



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO AMAZÔNICO EM ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFRAESTRUTURA E  
DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO

EMERSON RICARDO DE MORAES

**ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA  
DA GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA  
EM UNIDADES DE CONFINAMENTO BOVINO  
COM SOMBREAMENTO ARTIFICIAL**

Universidade Federal do Pará  
Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia  
Pós-graduação em Engenharia de Infraestrutura e Desenvolvimento Energético



EMERSON RICARDO DE MORAES

**ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA  
DA GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA  
EM UNIDADES DE CONFINAMENTO BOVINO  
COM SOMBREAMENTO ARTIFICIAL**

Dissertação de Mestrado

Orientador: Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara  
Coorientador: Prof. Dr. Raphael de Castro Mourão

2020



**EMERSON RICARDO DE MORAES**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA  
DA GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA  
EM UNIDADES DE CONFINAMENTO BOVINO  
COM SOMBREAMENTO ARTIFICIAL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Infraestrutura e Desenvolvimento Energético do Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia, da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Infraestrutura e Desenvolvimento Energético.

Área de concentração: Desenvolvimento energético.

Linha de pesquisa: Energias renováveis.

Orientador: Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara

Coorientador: Prof. Dr. Raphael de Castro Mourão

- 
- M827a      Moraes, Emerson Ricardo de  
Análise da viabilidade técnico-econômica da geração de energia solar fotovoltaica em unidades de confinamento bovino com sombreamento artificial / Emerson Ricardo de Moraes. — 2020.  
230 f.: il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara  
Coorientador(a): Prof. Dr. Raphael de Castro Mourão  
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Infraestrutura e Desenvolvimento Energético, Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia, Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2020.
1. Sistema Fotovoltaico. 2. Sombreamento Bovino. 3. Energias Renováveis. 4. Confinamento Bovino de Corte. 5. Análise de Viabilidade Econômica. I. Título.

CDD 620

---



## TERMO DE APROVAÇÃO

EMERSON RICARDO DE MORAES

### ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DA GERAÇÃO DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EM UNIDADES DE CONFINAMENTO BOVINO COM SOMBREAMENTO ARTIFICIAL

Defesa de Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Infraestrutura e Desenvolvimento Energético do Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Infraestrutura e Desenvolvimento Energético.  
Aprovada pela banca examinadora.

---

**Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara**  
Orientador – PPGINDE/NDAE/UFPA

---

**Prof. Dr. Raphael de Castro Mourão**  
Coorientador – IFMT

---

**Prof. Dr. Aarão Ferreira Lima Neto**  
Examinador Interno – PPGINDE/NDAE/UFPA

---

**Prof. Dr. Gilson Junior Schiavon**  
Examinador externo – PPGIT/PPGEF/UTFPR

Tucuruí – PA, 28 de maio de 2020

*Para minha esposa Aquesa,  
meus filhos, Octávio e Henry,  
meus pais, Jaime e Maria,  
e meus irmãos, Daniel e Angélica,  
pelo apoio e amor dedicado.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de ser aluno no programa de mestrado, o qual sempre foi um sonho para mim.

Ao IFPA, pela licença parcial do trabalho, para cursar as disciplinas do mestrado.

Ao Professor Júnior Ishihara, pela orientação e apoio durante a realização desta pesquisa, pela paciência, e por confiar em meu trabalho, mesmo sabendo de minhas limitações.

Ao Professor Raphael Mourão, pela orientação e apoio, acadêmico, profissional e pessoal, sem medir esforços.

Ao Professor Emerson Coletto, amigo, que sempre esteve presente, sem medir esforços, durante todo o trabalho experimental, além do incentivo durante outras etapas.

Ao IFMT Campus Sinop por colaborar com o desenvolvimento do experimento, cedendo espaço para realização dentro do Campus.

Ao professor Davi Sales, pela amizade.

Agradeço também aos amigos que fiz durante esse período, em especial aos que muito me ajudaram durante a estadia no alojamento da UFPA, na Vila Permanente de Tucuruí - PA, durante as disciplinas e escrita deste trabalho, ajuda essa sempre de forma espontânea.

Ao engenheiro, mestrando e amigo, Gabriel Guedes Chaves, que mesmo distante sempre colaborou para a elaboração deste trabalho, além das palavras de motivação sempre presentes.

Agradeço a colaboração técnica na escrita deste trabalho, por parte do discente do programa de mestrado, Engenheiro Civil Milleno Ramos de Souza, especialista em estruturas, no dimensionamento estrutural dos modelos propostos.

Ao aluno e amigo, Antônio Yury, por me motivar, alegrar e sempre me mostrar a luz.

Agradeço a minha esposa pelo apoio e compreensão, que sempre se fez presente, não me deixando desistir, no momento em que eu mesmo já havia desistido, por não deixar de sonhar meus sonhos, e por acreditar em mim.

Agradeço aos meus pais, pelo apoio, pela educação, pelo carinho e paciência.

## RESUMO

O aumento populacional mundial causou uma busca crescente por alimentos, tanto de origem vegetal quanto animal. Com a diminuição de áreas rurais destinadas à atividade pecuária, devido à maior utilização de áreas para a agricultura, notou-se intensificação na bovinocultura, que visa utilizar uma área menor da propriedade para grandes quantidades de animais, que associado ao bem-estar animal e seu conforto térmico, proporcionam melhora na produção. O aumento populacional também tornou maior a demanda de fontes de energia elétrica, pela melhora dos padrões de vida e avanços da tecnologia. O objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade técnica e econômica da geração de energia solar fotovoltaica, em conjunto com a atividade pecuária, utilizando a cobertura de barracões de sombreamento em confinamento de bovinos de corte. Realizou-se estudo bibliográfico acerca do rendimento animal da raça nelore, em confinamento em clima tropical, na situação de exposição total ao sol e com a utilização de sombra de barracão. Foram criados três cenários para análise de bem-estar animal, sendo, o animal confinado a céu aberto, confinamento com utilização de barracões de sombreamento e confinamento com geração de energia solar fotovoltaica na cobertura de seu barracão de sombreamento. Confeccionou-se duas estações meteorológicas alternativas, com as quais foram coletadas amostras de variáveis climáticas locais, para o cálculo de índices de conforto térmico e bem-estar animal, afim de identificar o possível rendimento bovino de corte no local de estudo. Foram feitos orçamentos de itens e serviços para execução de projetos de currais de confinamento, barracões de cobertura e geração distribuída de energia solar fotovoltaica, para posterior análise de viabilidade técnica e econômica dos projetos. Os resultados mostraram maior viabilidade econômica, com maior lucratividade e menor tempo de retorno de investimento, para os tratamentos de currais de confinamento a céu aberto, que apresentam, para a população de 200, 600 e 1000 animais, taxa interna de retorno (TIR) de 75,86 %, 86,71 % e 89,88 %, índice de lucratividade (IL) de 4,68, 5,34 e 5,53 e *payback* descontado de 1,49, 1,29 e 1,24 anos, respectivamente, enquanto para a construção de toda a estrutura junto à geração de energia solar fotovoltaica, obteve-se, na mesma ordem, TIR de 22,30 %, 14,09 % e 14,62 %, IL de 1,58, 1,18 e 1,21 e *payback* descontado de 5,17, 7,71 e 7,48 anos. Apesar da viabilidade econômica não ter sido a melhor, os tratamentos com sistema de geração de energia fotovoltaica conectada à rede de distribuição, quando construídos em conjunto com as estruturas de currais de confinamento e barracão, proporcionam maior conforto aos animais e possibilitam a geração de energia renovável. O resultado da instalação fotovoltaica foi mais viável economicamente, quando montada em estruturas de barracões já existentes em sistemas de confinamento para 200 animais, que apresentou TIR de 23,72 %, IL de 1,65 e *payback* descontado de 4,88 anos. Conclui-se que a opção mais viável financeiramente de projeto para criação de animais confinados, é o modelo a céu aberto para o maior número de animais, enquanto para a geração de energia, é o sistema conectado à rede de baixa tensão montado em estruturas de barracões já existentes em sistemas de confinamento para 200 animais, sem a necessidade de contratos de demanda, contendo 200 painéis fotovoltaicos.

**Palavras-chave:** Sistema Fotovoltaico. Sombreamento Bovino. Energias Renováveis.  
Confinamento Bovino de Corte. Análise de Viabilidade Econômica.

## ABSTRACT

The increase in worldwide population caused a rising search by food, both origins, vegetable and animal. Due the decrease in rural areas to destined for livestock activities, as a result to greater use of areas for agriculture, there are an intensification in cattle farming, the aim to use a smallest area of property for a large quantities of animals, at same time, associated the animal welfare and its thermal comfort, and provide improvement in production system. This population increase also implicate in higher demand for electric energy sources, due to the improvement of living standards and advances technologic. The objective this work was to analyze the technical and economic viability of the generation of solar photovoltaic energy, in line the livestock activity, using the shading sheds coverage in beef cattle feedlot. A bibliographic study was carried out on the animal yield of the Nellore breed, in confinement in a tropical climate, in the situation of total exposure to the sun or with the use of shady sheds. Three scenarios were created for the analysis of animal welfare, the animal being confined in the open, confinement with the use of shading sheds and confinement with the generation of solar photovoltaic energy on the roof of its shading shed. Two alternative meteorological stations were made to collected the samples of local climatic variables, and calculate the indices of thermal comfort and animal well-being, and to identify the possible beef cattle yield at the study site. Budgets for items and services were made for the execution of projects for containment pens, roof sheds and distributed generation of photovoltaic solar energy, for further analysis of the technical and economic feasibility of the projects. The results showed greater economic viability, with greater profitability and shorter return on investment, for the treatments of confinement pens in the open, which present, for the population of 200, 600 and 1000 animals, an IRR of 75.86%, 86.71% and 89.88%, PI of 4.68, 5.34 and 5.53 and discounted payback of 1.49, 1.29 and 1.24 years, respectively, while for the construction of the entire structure together with the generation of solar photovoltaic energy, it was obtained, in the same order, IRR of 22.30%, 14.09% and 14.62%, PI of 1.58, 1.18 and 1.21 and discounted payback of 5.17, 7.71 and 7.48 years. Although the economic feasibility was not the best, treatments with a photovoltaic energy generation system connected to the distribution network, when built together with the structures of confinement and shed pens, provide greater comfort to the animals and enable the generation of energy renewable. The result of the photovoltaic installation was more economically viable, when mounted on shed structures already existing in confinement systems for 200 animals, which presented an IRR of 23.72%, PI of 1.65 and a discounted payback of 4.88 years. It is concluded that the most viable design option for the creation of animals in feedlot, is the open model for the largest number of animals, while for the generation of energy, it is the system connected to the low voltage network mounted on shed structures already in feedlot systems for 200 animals, without the need for demand contracts, containing 200 photovoltaic panels.

**Keywords:** Photovoltaic system. Bovine shading. Renewable energy. Beef Cattle Feedlot. Economic Feasibility Analysis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Área de sombra natural insuficiente para o conforto térmico de bovinos em área de pastagem .....	45
Figura 3.1 - Localização do município de Sinop – MT.....	58
Figura 3.2 - Classificação climática de Köppen na América do Sul.....	59
Figura 3.3 - Estudo de sombreamento em protótipo digital .....	67
Figura 3.4 - Protótipos de barracões em escala reduzida montados em Sinop.....	68
Figura 3.5 - Plataforma Arduino Uno R3 .....	70
Figura 3.6 - Faces do módulo RTC DS3231 .....	71
Figura 3.7 - Módulo cartão Micro SD .....	71
Figura 3.8 - Sensor de umidade e temperatura do ar DHT22 AM2302 .....	72
Figura 3.9 - Abrigo para sensor de temperatura e umidade do ar .....	73
Figura 3.10 - Anemômetro rotativo de conchas SV10 .....	74
Figura 3.11 - Etapas de confecção do globo negro.....	75
Figura 3.12 - Sensor de temperatura DS18B20.....	76
Figura 3.13 - Materiais de métodos de acomodação do sensor DS18B20 à telha.....	76
Figura 3.14 - Circuito de leitura da placa solar fotovoltaica .....	78
Figura 3.15 - Circuito eletrônico completo da estação meteorológica .....	79
Figura 4.1 - Irradiância solar ao longo do dia.....	105
Figura 4.2 - Ângulo de inclinação do módulo e incidência de raios solares .....	107
Figura 4.3 - Efeito da inclinação do módulo fotovoltaico na captação de energia.....	107
Figura 4.4 - Representação esquemática do sistema solar fotovoltaico <i>Off Grid</i> .....	109
Figura 4.5 - Representação esquemática do sistema solar fotovoltaico <i>On Grid</i> .....	110
Figura 4.6 - Imagem ilustrativa do tratamento CT2 completo .....	129
Figura 4.7 - Imagem ampla do tratamento CT6 .....	131
Figura 4.8 - Imagem ampla do tratamento CT10 .....	132
Figura 4.9 - Protótipo digital do modelo de tratamento CP2 .....	137

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1 - Evolução do rebanho bovino no Brasil .....	38
Gráfico 2.2 - Efetivo do rebanho bovino do município de Sinop – MT.....	41
Gráfico 2.3 - Indicadores entre bovinos confinados e abatidos no Brasil .....	53
Gráfico 3.1 - Temperatura média anual em Sinop no ano de 2018 .....	60
Gráfico 3.2 - Precipitação média anual em Sinop no ano de 2018.....	60
Gráfico 3.3 - Temperatura de ponto de orvalho média anual em Sinop no ano de 2018 .....	61
Gráfico 3.4 - Umidade relativa do ar média anual em Sinop no ano de 2018.....	61
Gráfico 3.5 - Radiação solar média anual em Sinop no ano de 2018.....	62
Gráfico 3.6 - Velocidade do vento média anual em Sinop no ano de 2018 .....	63
Gráfico 3.7 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: temperaturas do DHT22 e EP.....	80
Gráfico 3.8 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: umidades do DHT22 e EP .....	81
Gráfico 3.9 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: irradiância solar do protótipo e EP	82
Gráfico 3.10 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: velocidade do vento do protótipo e EP .....	82
Gráfico 3.11 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: DS18B20 e EP .....	83
Gráfico 3.12 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: ITU e ITGU .....	85
Gráfico 3.13 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: ITU e CTR .....	85
Gráfico 3.14 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: ITGU e CTR.....	86
Gráfico 3.15 - Curva característica do ITU ao longo do dia .....	87
Gráfico 3.16 - Curvas de ITU com médias horárias ao longo do ano de 2019 .....	88
Gráfico 3.17 - Relação entre temperatura do ar e irradiância solar ao longo do dia .....	89
Gráfico 3.18 - Curvas de Irradiância e temperatura do ar com médias horárias ao longo do ano de 2019 .....	90
Gráfico 3.19 - Curva característica do ITGU ao longo do dia .....	90
Gráfico 3.20 - Curvas de ITGU com médias horárias ao longo do ano de 2019 .....	91
Gráfico 3.21 - Curva característica do CTR ao longo do dia .....	92
Gráfico 3.22 - Curvas de CTR com médias horárias ao longo do ano de 2019 .....	92
Gráfico 3.23 - Variação diária da temperatura das telhas.....	94
Gráfico 3.24 - Temperaturas das telhas durante o ano .....	95
Gráfico 4.1 - Matriz energética Mundial .....	101
Gráfico 4.2 - Matriz energética Brasileira .....	102
Gráfico 4.3 - Matriz Elétrica Mundial .....	102

Gráfico 4.4 - Matriz Elétrica Brasileira .....	103
Gráfico 4.5 - Potência acumulada instalada de energia fotovoltaica no Brasil .....	104
Gráfico 4.6 - Irradiação no plano horizontal em Sinop – MT .....	106
Gráfico 4.7 - Irradiação no plano inclinado igual a latitude no município de Sinop.....	108
Gráfico 4.8 - Exemplo de representação gráfica de fluxo de caixa.....	114

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Maiores exportadores de carne bovina em 2018 .....	33
Tabela 2.2 - Maiores importadores mundiais de carne em 2018.....	34
Tabela 2.3 - Maiores produtores de carne no mundo em 2018 .....	35
Tabela 2.4 - Maiores consumidores de carne bovina em 2018 .....	36
Tabela 2.5 - Rebanho bovino por estado brasileiro .....	39
Tabela 2.6 - Rebanho dos maiores municípios pecuários do Brasil.....	40
Tabela 2.7 - Desempenho de bovinos em terminação sob diferentes condições de conforto térmico.....	50
Tabela 3.1 - Lista de materiais para confecção do protótipo de barracão .....	68
Tabela 3.2 - Tabela de classificação dos índices de conforto térmico .....	86
Tabela 3.3 - Análise estatística de ITU para os tratamentos propostos.....	88
Tabela 3.4 - Análise estatística de ITGU para os tratamentos propostos .....	91
Tabela 3.5 - Análise estatística de CTR para os tratamentos propostos.....	93
Tabela 3.6 - Dados complementares das amostras nos tratamentos.....	93
Tabela 4.1 - Especificações técnicas para montagem de cercas.....	99
Tabela 4.2 - Escolha do ângulo de inclinação do módulo solar fotovoltaico.....	108
Tabela 4.3 - Taxa Selic entre os anos de 2011 e 2019 .....	115
Tabela 4.4 - Ingredientes da dieta de confinamento.....	119
Tabela 4.5 - Composição Química da dieta de confinamento.....	119
Tabela 4.6 - Orçamento de materiais para o tratamento CA2 .....	121
Tabela 4.7 - Orçamento de materiais para o tratamento CA6 .....	122
Tabela 4.8 - Orçamento de materiais para o tratamento CA10.....	123
Tabela 4.9 - Orçamento de itens dos pórticos .....	126
Tabela 4.10 - Orçamento de materiais das terças de cobertura para galpão de 50 m.....	126
Tabela 4.11 - Orçamento de itens de sapatas de fundação .....	127
Tabela 4.12 - Orçamento de itens de vigas de fundação .....	127
Tabela 4.13 - Detalhamento de telhamento do galpão de 50 m .....	128
Tabela 4.14 - Quantitativo de insumos do galpão de 50 m .....	128
Tabela 4.15 - Custo de investimento do tratamento CT2.....	129
Tabela 4.16 - Custo de investimento do tratamento CT6.....	130
Tabela 4.17 - Custo de investimento do tratamento CT10.....	131
Tabela 4.18 - Valores atualizados dos pórticos para o tratamento CP .....	134

Tabela 4.19 - Valores atualizados das terças para o tratamento CP .....	134
Tabela 4.20 - Lista de materiais e serviços elétricos do modelo proposto CP2 .....	135
Tabela 4.21 - Custo de investimento do tratamento CP2 .....	136
Tabela 4.22 - Lista de custos elétricos de CP6 .....	137
Tabela 4.23 - Custo de investimento do tratamento CP6 .....	138
Tabela 4.24 - Lista de custos elétricos de CP10 .....	139
Tabela 4.25 - Custo de investimento do tratamento CP10 .....	139
Tabela 4.26 - Custo por quilograma de alimentação, peso de matéria natural e matéria seca por animal por dia e custo com alimentação por animal por dia de confinamento .....	140
Tabela 4.27 - Despesas mensais durante o período de confinamento em CA.....	141
Tabela 4.28 - Despesas mensais durante a entressafra em CA.....	142
Tabela 4.29 - Parâmetros de avaliação produtiva e financeira nos tratamentos à céu aberto	143
Tabela 4.30 - Fluxo de caixa anual para o tratamento CA .....	143
Tabela 4.31 - Projeções do investimento em CA .....	144
Tabela 4.32 - Despesas mensais durante o período de confinamento em CT .....	145
Tabela 4.33 - Despesas mensais durante a entressafra em CT .....	145
Tabela 4.34 - Parâmetros de avaliação produtiva e financeira nos tratamentos com barracão com cobertura de telha metálica .....	145
Tabela 4.35 - Fluxo de caixa anual para o tratamento CT.....	146
Tabela 4.36 - Projeções do investimento em CT.....	146
Tabela 4.37 - Fluxo de caixa anual para o tratamento CP.....	147
Tabela 4.38 - Projeções do investimento em CP.....	147
Tabela 4.39 - Valores calculados de todos os índices de investimento para projeção de 10 anos .....	148
Tabela 4.40 - Valores calculados para projeções de 10 e 20 anos.....	153
Tabela 4.41 - Valores calculados para modelos complementares à análise .....	154

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne
Absolar	Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica
AISC	<i>American Institute of Steel Construction</i>
AISI	<i>American Iron and Steel Institute</i>
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CC	Corrente contínua
CMS	Consumo de matéria seca
CREA	Conselho Regional de engenharia e agronomia
CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito
CTR	Carga Térmica Radiante
EE	Extrato etéreo
EM	Energia metabolizável
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EUA	Estados Unidos da América
FC	Fluxo de caixa
FDN	Fibra em detergente neutro
FV	Sistema Fotovoltaico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IFMT	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso
IFPA	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
IL	Índice de lucratividade
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ITGU	Índice de Temperatura de Globo negro e temperatura de ponto de orvalho
ITU	Índice de Temperatura e Umidade
MS	Matéria seca
NBR	Norma Brasileira
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NDU	Norma de Distribuição Unificada (Grupo ENERGISA)
NR	Norma Regulamentadora
OIE	Organização Mundial da Saúde Animal

OMC	Organização Mundial do Comércio
p/	Para
<i>Payback</i>	Tempo de retorno de investimento
PB	Proteína bruta
PB. D.	<i>Payback</i> descontado
PB. S.	<i>Payback</i> simples
PDR	Proteína degradável no rúmen
PPGINDE	Programa de Pós-graduação em infraestrutura e Desenvolvimento Energético
PRODIST	Procedimentos de Distribuição
PV	Peso vivo
PVC	Policloreto de Vinila
Quant.	Quantidade
RN	Resolução Normativa
RTC	<i>Real Time Clock</i>
SD	<i>Secure Digital Card</i>
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices
TCI	Temperatura Crítica Inferior
TEC	Tonelada Equivalente de Carcaça
TIR	Taxa interna de retorno
TMA	Taxa mínima de atratividade
TMS	Temperatura Máxima Superior
TMT	Tempo máximo tolerado
TR	Taxa referencial
TRM	Temperatura Radiante Média
UFPA	Universidade Federal do Pará
Unid.	Unidade
Unit.	Unitário
UR	Umidade Relativa do ar
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
UV	<i>Ultravioleta</i>
VPL	Valor presente líquido

## LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

%	Percentual
@	Arroba
<	Menor
>	Maior
°	Grau
°C	Graus Celsius
a.a.	Ao ano
a.m.	Ao mês
Ca	Cálcio
CA	Céu aberto
CA10	Confinamento em céu aberto para 1000 animais
CA2	Confinamento em céu aberto para 200 animais
CA6	Confinamento em céu aberto para 600 animais
cm	Centímetro
cm/animal	Centímetro por animal
CP	Cobertura com placas fotovoltaicas
CP10	Confinamento com barracão para 1000 animais e geração de energia fotovoltaica
CP2	Confinamento com barracão para 200 animais e geração de energia fotovoltaica
CP6	Confinamento com barracão para 600 animais e geração de energia fotovoltaica
CT	Confinamento com barracão
CT10	Confinamento com barracão para 1000 animais
CT2	Confinamento com barracão para 200 animais
CT6	Confinamento com barracão para 600 animais
E1	Estação meteorológica 1
E2	Estação meteorológica 2
EP	Estação Profissional
h	Hora
PC	Comunicação Serial de dois fios
K	Potássio

K	Kelvin
kg	Quilograma
kg/dia	Quilograma por dia
kg/hab/ano	Quilograma por habitante por ano
kg/m <sup>2</sup>	Quilograma por metro quadrado
km <sup>2</sup>	Quilometro quadrado
kV	Quilovolts
kW	Quilowatt
kWh	Quilowatt hora
kWh/m <sup>2</sup> /dia	Quilowatt hora por metro quadrado por dia
l	Litros
log	Logaritmo na base 10
m	Metro
m/s	Metros por segundo
m <sup>2</sup>	Metro quadrado
m <sup>2</sup> /animal	Metro quadrado por animal
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
Mcal/kg MS	Mega calorias por quilograma de matéria seca
Mg	Magnésio
mm	Milímetro
MW	Mega Watt
Na	Sódio
Ø	Diâmetro
P	Fósforo
P1	Protótipo de barracão com cobertura metálica
P2	Protótipo de barracão com cobertura metálica e adição de placa fotovoltaica
PT	Protótipo
R\$	Unidade monetária Brasileira - Real
S	Enxofre
W/m <sup>2</sup>	Watt por metro quadrado
Wh/m <sup>2</sup>	Watt hora por metro quadrado
Wp	Watt pico
$\sigma$	Constante de Stefan-Boltzmann

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>22</b>
1.1. PROBLEMAS DE PESQUISA.....	26
1.2. HIPÓTESES .....	26
1.3. OBJETIVOS.....	27
1.3.1. Objetivo Geral .....	27
1.3.2. Objetivos Específicos .....	27
<b>2. ESTUDO BIBLIOGRÁFICO SOBRE O EFEITO DO BEM-ESTAR NA PRODUÇÃO ANIMAL .....</b>	<b>29</b>
2.1. INTRODUÇÃO.....	29
2.2. CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE PECUÁRIA .....	29
2.2.1. Pecuária Mundial .....	32
2.2.2. Pecuária no Brasil.....	36
2.3. AMBIENTE E BEM-ESTAR ANIMAL .....	41
2.3.1. Bem-estar animal.....	41
2.3.2. Conforto térmico para bovinos .....	43
2.4. CRIAÇÃO DE GADO EM CONFINAMENTO .....	51
2.5. CONSIDERAÇÕES .....	55
<b>3. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA: INFLUÊNCIA SOBRE O CONFORTO TÉRMICO BOVINO.....</b>	<b>57</b>
3.1. INTRODUÇÃO.....	57
3.2. REVISÃO DE LITERATURA .....	57
3.2.1. Área de estudo .....	57
3.2.2. Climatologia local .....	58
3.2.3. Índices de Conforto Térmico e Bem-estar Animal.....	63
3.3. METODOLOGIA.....	66
3.3.1. Apresentação dos tratamentos .....	66
3.3.2. Protótipos de barracão .....	66
3.3.3. Estação Meteorológica .....	69
3.3.3.1. Plataforma Arduíno .....	69
3.3.3.2. <i>Datalogger</i> .....	70
3.3.3.3. Sensores de temperatura e umidade relativa do ar .....	72

3.3.3.4. Anemômetro .....	73
3.3.3.5. Termômetro de Globo Negro .....	74
3.3.3.6. Sensores de radiação solar .....	76
3.3.3.7. Diagrama eletrônico .....	78
3.3.3.8. Calibração dos sensores .....	79
3.4. RESULTADOS .....	80
3.4.1. Estações meteorológicas .....	80
3.4.2. Índices de conforto térmico locais .....	84
3.5. DISCUSSÕES .....	95
<b>4. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA .....</b>	<b>97</b>
4.1. INTRODUÇÃO .....	97
4.2. REVISÃO DE LITERATURA .....	98
4.2.1. Estruturas de ambiente de confinamento .....	98
4.2.2. Sistemas Fotovoltaicos .....	100
4.2.2.1. Fontes de energia .....	100
4.2.2.2. Energia Solar .....	104
4.2.2.3. Sistemas e Legislação do setor elétrico fotovoltaico .....	109
4.2.3. Métodos de análise financeira .....	112
4.3. METODOLOGIA .....	117
4.3.1. Apresentação dos tratamentos .....	117
4.3.2. Lista de materiais, serviços e orçamentos dos tratamentos .....	118
4.3.2.1. Condições iniciais para fluxo de caixa .....	118
4.3.2.2. Currais de confinamento .....	120
4.3.2.3. Barracões .....	124
4.3.2.4. Energia solar fotovoltaica .....	132
4.4. RESULTADOS .....	139
4.4.1. CA – Modelo de currais de confinamento a céu aberto .....	140
4.4.2. CT – Modelo de currais de confinamento com barracão de sombreamento .....	144
4.4.3. CP – Modelo de currais de confinamento com barracão de sombreamento com geração de energia solar fotovoltaica .....	146
4.5. DISCUSSÕES .....	148
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>156</b>
5.1. RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	157

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>159</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>172</b>
APÊNDICE A – DIMENSÕES DO PROTÓTIPO DE BARRACÃO .....	173
APÊNDICE B – DETALHES DOS TRATAMENTOS CA.....	176
APÊNDICE C – DETALHES DOS TRATAMENTOS CT .....	182
APÊNDICE D – DETALHES DOS TRATAMENTOS CP .....	193
APÊNDICE E – TABELAS DE CÁLCULO DE VIABILIDADE ECONÔMICA .....	194
APÊNDICE F – CÓDIGO FONTE DO ARDUÍNO .....	218
<b>ANEXOS .....</b>	<b>225</b>
ANEXO A – DATASHEET DE COMPONENTES FOTOVOLTAICOS.....	226
ANEXO B – PROJETOS ELÉTRICOS.....	230

## 1. INTRODUÇÃO

Em um contexto global onde o consumo de alimentos se eleva gradualmente em função, principalmente, do crescimento econômico e populacional dos países emergentes, a busca pela proteína animal, destacando-se entre elas, a carne bovina, vem seguindo este processo e ganhando mercados cada vez mais exigentes e competitivos (SOARES *et al.*, 2016).

O Brasil ocupa lugar de destaque quando comparado aos principais países produtores de bovinos de corte, em relação ao tamanho do rebanho, à produção e à comercialização de seus produtos. Expressiva também é a participação da pecuária no agronegócio brasileiro (RODRIGUES, 2010).

Segundo Soares *et al.* (2016), a demanda atual por produtos de qualidade, aliada à necessidade de se produzir cada vez maior quantidade de produtos, fazem com que os desafios dos pecuaristas sejam ainda maiores, principalmente considerando as limitações colocadas pela sociedade no quesito uso e ocupação do solo, disponibilidade de recursos hídricos, restrição dos desmatamentos, além da diminuição da emissão de gases poluentes, como o metano produzido pelos ruminantes, que potencializa o efeito estufa.

Diante dos obstáculos e, principalmente da importância econômica, a pesquisa e a inovação na área da bovinocultura de corte avançaram rapidamente desenvolvendo novos conhecimentos e tecnologias que, aplicadas de forma prática, vem se mostrando no aumento da produtividade e qualidade dos produtos, vencendo as dificuldades (RODRIGUES, 2010).

Nesta esfera, de acordo com Rodrigues (2010), o Brasil possui importantes características, como o amplo território com clima tropical, que intensificam a possibilidade do crescimento da bovinocultura e sua participação no mercado mundial.

Segundo Carvalho e Zen (2010), a produção brasileira de bovinos foi sempre caracterizada pelo sistema extensivo. Com a inclusão de novas tecnologias, visando o aumento da produtividade, cresceram os sistemas intensivos de produção em algumas regiões, nomeados confinamentos ou semiconfinamentos.

Nos anos 70, tecnologias foram agregadas aos sistemas de produção, como a importação de animais de raças europeias e indianas. Nesse período, devido ao crescimento urbano, o consumo da carne bovina aumentou (CARVALHO e ZEN, 2010).

Nos anos 90, nota-se uma pecuária, no Brasil, com altos índices de produtividade e uma indústria completamente nacionalizada. Nesta década, as vendas da carne bovina passam a

competir com outras carnes, principalmente com a de frango, que ganhou uma grande fatia de mercado neste período (CARVALHO e ZEN, 2010).

A exigência por competitividade no atual cenário de globalização das economias requer, dos administradores de propriedades rurais, um maior profissionalismo de gestão e incorporação de novas tecnologias (GOMES, 2012).

Segundo Binotto (2005), são exigidas posturas gerenciais qualificadas dos produtores rurais, com conhecimentos atualizados, habilidades e competências, com vistas a atender a determinados mercados com crescentes exigências referentes a padrões, à qualidade e a inovações dos produtos.

Conforme Gomes (2012), as práticas de manejo e gestão têm grande influência no faturamento das propriedades, mostrando que a propriedade rural que não acompanhar a modernização do processo produtivo tende a perder espaço, e, em longo prazo, ser excluída da atividade.

As instalações devem ser construídas de forma a proporcionar conforto aos animais, para que possam expressar todo o potencial genético para ganho de peso e rendimento de carcaça, além de facilitar o manejo, e ainda serem econômicas. Segundo Branco (2014), a literatura brasileira traz poucas informações a respeito desse assunto e, a maior parte das recomendações é proveniente da experiência de técnicos e criadores, bem como, da observação de resultados práticos com diferentes tipos de instalações.

A literatura destaca que o estresse ambiental pode produzir prejuízos significativos sobre o desempenho animal, com redução no ganho de peso e conversão alimentar. No Brasil, país de extensão continental, apresentando regiões com as mais variadas condições climáticas, a observância dessas particularidades deve fazer parte do rol de prioridades rurais durante as decisões. Em função da engorda intensiva de bovinos ainda ser predominantemente uma atividade estacional no Brasil, deve-se optar sempre por instalações rústicas, simples, práticas e em número reduzido, de forma a atender racionalmente as necessidades das operações. A propriedade onde se pretende implantar o projeto, deve apresentar infraestrutura básica que contemple boas vias de acesso, instalações elétricas e disponibilidade de água (BRANCO, 2014).

As decisões que os pecuaristas devem tomar em relação aos investimentos em instalações e equipamentos para o confinamento, devem ser embasadas em informações técnico-econômicas provenientes de fontes seguras, de forma que o investimento seja realizado racionalmente, e não venha comprometer a viabilidade do projeto. As instalações e os equipamentos terão os custos diluídos no tempo, e deverão ser depreciados de acordo com as

características de cada componente do investimento. Além disso, destaca-se que, por serem realizados como investimentos iniciais, acabam tendo grande participação no custo de implantação do confinamento (BRANCO, 2014).

Um exemplo de investimento em novas tecnologias é o uso da energia solar fotovoltaica nas propriedades rurais, associada ao sistema de tratamento intensivo. Segundo Cantor (2017), o crescimento da população mundial cria uma demanda crescente por energia. As fontes de energia convencionais, além de poluírem, impactam diretamente na economia. Os governos estão cada vez mais conscientes dos impactos causados pela evolução do homem, e buscam outras fontes de energia para contribuir, assim, na redução dos efeitos causados pela utilização de combustíveis fósseis. Por isso, fontes alternativas de energia aparecem hoje como recursos sustentáveis. Como opções de energias renováveis disponíveis atualmente, é possível citar a eólica, a solar fotovoltaica, a solar térmica, a biomassa, a das marés e a geotérmica.

Para Paiva (2018), o aumento populacional e a melhoria dos padrões de vida de países em desenvolvimento, caminham juntamente com a preocupação em suprir a necessidade energética, observando a possibilidade de esgotamento de fontes não renováveis de energia, como o petróleo. O cenário energético é um dos temas de maior relevância na atualidade, levando em conta a relação entre qualidade de vida da população e consumo de energia (MARTINS *et al.*, 2008).

Rocha *et al.* (2013) afirmam que, o termo “Segurança Energética” significa, manter o percurso da economia, o acesso da população aos recursos energéticos, o desenvolvimento e melhoria da qualidade de vida. Para isso, faz-se necessário o planejamento do setor energético e união de diversas áreas, que devem estudar e aprimorar novas tecnologias, com o intuito de garantir o fornecimento de energia para a população, incluindo a energia elétrica, que é considerada uma parte importante para o desenvolvimento econômico.

Nos dias atuais, as principais fontes de energia ainda são não-renováveis. A geração de energia por meio de combustíveis fósseis, causa impactos negativos ao meio ambiente, dependendo do tipo de combustível (derivados de petróleo, gás natural, carvão mineral) e a quantidade utilizada no processo (URBANETZ JUNIOR, 2010). Ainda, mesmo considerando a produção energética oriundas de fontes renováveis, como hidrelétrica e biomassa, a necessidade de incluir recursos adicionais à matriz energética mundial ainda existe, levando em conta que podem ocorrer longos períodos de estiagem que prejudiquem o sistema (MARTINS *et al.*, 2008).

O Sol foi e é a fonte de energia mais importante para desenvolvimento dos seres humanos. É responsável pelo crescimento das plantas, origem dos ventos, ciclo da água, e também pelos diferentes climas no planeta Terra (VILLALVA, 2015).

Visto que o sol é a fonte primária de energia mais considerável no planeta, o emprego da irradiação solar na produção de energia elétrica através do efeito fotovoltaico, está ganhando espaço nos estudos atuais (PINHO e GALDINO, 2014).

Segundo Villalva (2015), a energia fotovoltaica é originada pela transformação direta da radiação solar em energia elétrica. Para tal, são utilizados materiais semicondutores, que são capazes de produzir uma diferença de potencial elétrico durante o processo de absorção da energia proveniente do Sol. A unidade básica de conversão, utilizada nesse tipo de aproveitamento da energia solar, é conhecida como célula fotovoltaica.

Atualmente, é possível obter eficiências de conversão que excedem 20% em células de silício cristalino, utilizando junção simples, e que excedem 40% em células de multijunção com concentradores (CANTOR, 2017).

Outro fator muito importante que tem contribuído para o aumento da utilização da energia solar fotovoltaica é o alto valor das contas de energia elétrica no Brasil. Por isso, pequenos e grandes consumidores estão adotando outras fontes de energia elétrica mais acessíveis, com a finalidade de reduzir custos (SILVA, 2017).

O rendimento energético dos sistemas fotovoltaicos é um fator preocupante na hora da tomada de decisão de administradores de recursos, que desejam adquirir um sistema com alta produção de energia e baixo custo. A eficiência energética de cada módulo e seu alto custo de aquisição no Brasil são ainda os principais entraves para o crescimento do setor (SILVA, 2017).

A geração de energia elétrica a partir do sol vem instigando interesse a investidores pelo fato de não emitir ruídos, situação observada em parques eólicos, assim como não gerar poluentes em sua execução. Também, o sistema fotovoltaico não requer novas e grandes áreas para sua implantação, podendo ser montado em coberturas de prédios e telhados de residências (URBANETZ JUNIOR, 2010).

A utilização de sistemas fotovoltaicos, quando conectados à rede elétrica pública, está crescendo mundialmente pela sua produção de energia limpa e renovável, de forma distribuída e próxima ao ponto de consumo (SILVA, 2017). Este sistema possui alta produtividade, tornando possível que toda energia gerada seja utilizada, sendo pela própria instalação onde o sistema está montado, ou pelo compartilhamento com a rede pública (URBANETZ JUNIOR, 2010).

Logo, a tomada de decisão de um administrador de recurso para concretizar o investimento, necessita também da análise do valor da estrutura, tempo de retorno do dinheiro investido e a taxa mínima de atratividade existente no mercado energético (SILVA, 2017).

Justifica-se a pesquisa por existir elevada demanda de energia elétrica em atividades agropecuárias, vindas do desenvolvimento das propriedades. O desenvolvimento econômico implica em impactos negativos ao meio ambiente, os quais não são totalmente controlados e reduzidos pelos órgãos públicos. No intuito de minimizar tais impactos e pelo fato de existirem, em muitos casos, barracões em sistemas de confinamento de bovinos de corte, pode-se aproveitar deste espaço livre de cobertura para produção de energia solar fotovoltaica, principalmente por se tratar de uma fonte energética renovável.

## 1.1.PROBLEMAS DE PESQUISA

O planejamento de projeto e a execução do empreendimento suscitou o questionamento se tal sistema de produção poderia ser viável economicamente para a aplicação na bovinocultura de corte com fins comerciais. Esta demanda originou a pesquisa realizada nesta dissertação, onde as questões centrais a serem respondidas foram: quando confinados em ambientes com exposição ao sol durante todo o dia, os bovinos de corte ficam em condição de bem-estar? O conforto térmico bovino em confinamento seria melhorado com a utilização de sombra? Em condição de conforto térmico, sua produção seria aumentada? É economicamente viável utilizar a estrutura da cobertura de barracões que proporcionam sombra aos bovinos confinados para geração de energia solar fotovoltaica?

## 1.2.HIPÓTESES

Esta pesquisa foi desenvolvida considerando as seguintes hipóteses: O rebanho confinado com disposição de sombra, natural ou artificial, apresentam maior ganho de peso. A cobertura do barracão de sombreamento do rebanho pode ser utilizada para produção de energia solar fotovoltaica, viabilizando o projeto e tornando-o mais rentável.

## 1.3.OBJETIVOS

### 1.3.1.Objetivo Geral

Analisar a viabilidade da geração de energia solar fotovoltaica em conjunto à atividade pecuária, de criação de bovinos de corte em sistema intensivo com sombreamento artificial, permitindo o investimento financeiro em tal empreendimento de forma a obter remuneração extra por consórcio e/ou a diminuição do custo com a energia elétrica da concessionária ao pecuarista.

### 1.3.2. Objetivos Específicos

- Avaliar, por meio de revisão de literatura e discussão dos resultados, o desempenho de bovinos de corte terminados em confinamento, sob diferentes situações de estresse térmico;
- Caracterizar a atividade pecuária no Brasil e no mundo;
- Apresentar dados relevantes da pecuária brasileira e mundial;
- Definir bem-estar animal;
- Dentro do contexto de bem-estar animal, tratar o conforto térmico;
- Caracterizar a terminação de bovinos de corte em confinamento;
- Determinar parâmetro de relação entre conforto térmico bovino e ganho de peso;
- Analisar a variabilidade dos índices climatológicos locais que implicam nos índices de conforto térmico;
- Apresentar e caracterizar modelos de tratamento de bovinos de corte;
- Simular climatologicamente tratamentos de bovinos de corte confinados (a céu aberto, com sombra de barracão e barracão com geração de energia solar fotovoltaica);
- Caracterizar o clima local em Sinop – MT;
- Produzir dois modelos de barracão de sombreamento artificial (com telhas metálicas e com aditivo de placa solar fotovoltaica) em escala reduzida, de tratamento bovino, e um tratamento a pleno sol, que podem ser utilizados em confinamentos na região;
- Projetar e confeccionar dispositivos para medição das condições térmicas e climatológicas dos modelos de tratamento;

- Analisar o grau de conforto térmico para os modelos de tratamento a pleno sol, com barracão e barracão com placa solar fotovoltaica.
- Elaborar lista de itens de peças e serviços para construção dos modelos para diferentes escalas populacionais;
- Realizar orçamento para construção dos modelos selecionados para esta pesquisa;
- Elaborar fluxos de caixa para os tratamentos bovinos adotados;
- Analisar a viabilidade econômica dos modelos propostos.

## 2. ESTUDO BIBLIOGRÁFICO SOBRE O EFEITO DO BEM-ESTAR NA PRODUÇÃO ANIMAL

### 2.1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo é estruturado em forma de revisão de literatura sobre a atividade pecuária. Tem como objetivos específicos:

- Caracterizar a atividade pecuária no Brasil e no mundo;
- Apresentar dados relevantes da pecuária brasileira e mundial;
- Definir bem-estar animal;
- Dentro do contexto de bem-estar animal, tratar o conforto térmico;
- Caracterizar a terminação de bovinos de corte em confinamento;
- Determinar parâmetro de relação entre conforto térmico bovino e ganho de peso.

### 2.2. CARACTERIZAÇÃO DA ATIVIDADE PECUÁRIA

A Pecuária é o conjunto de processos técnicos de tratamento de animais para obtenção de produtos com objetivos econômicos. Conhecida também como criação animal, é considerada mais antiga que a agricultura (IBGE, 2013).

Embora o significado do nome esteja relacionado à cabeça de gado (Pecus, em latim, significa cabeça de gado, e o termo Pecúnia, que quer dizer moeda ou dinheiro, remete ao uso dos animais criados para abate na Roma antiga como reserva de valores econômicos), a pecuária tem um sentido muito mais amplo, que inclui a criação animal desde abelhas até búfalos (RODRIGUES, 2010).

Segundo o IBGE (2013), a produção animal é a principal fonte de proteína para os seres humanos, e tem grande valor econômico e estratégico para a grande maioria dos países.

Alguns produtos da pecuária podem ser citados como:

**- Originados de animais vivos:**

Produtos primários – leite, ovos, mel, cera de abelhas e fibras de origem animal.

Produtos processados – são aqueles derivados de produtos primários, ou seja, industrializados: leite em pó, ovo desidratado, etc.

**- Originados de animais abatidos:**

Produtos primários – produtos originados diretamente dos animais abatidos, incluindo a carne, os miúdos, as gorduras cruas, couro cru e peles.

Produtos processados – estes são derivados de processamento de produtos primários e incluem produtos de salsicharias, vísceras processadas, toucinho, couros curtidos, etc.

No quesito produção, a ocupação das organizações está em produzir bens e serviços por meio de suas atividades funcionais. A produção é a função de transformar insumos, tecnologias, informações, etc., em serviços e produtos oriundos da demanda do mercado (SLACK *et al.*, 1999).

A eficiência econômica do sistema de produção se dá por meio da aplicação e combinação das técnicas de produção existentes. A isso, dá-se o nome de processo produtivo.

Na pecuária, pode-se entender por sistema de produção, como o conjunto de informações que caracterizam a criação, tais como: o tipo do animal, o propósito da criação, a raça ou grupo genético, as tecnologias e práticas de manejo e a região de desenvolvimento da atividade (EUCLIDES FILHO, 2000). A pecuária é priorizada, atualmente, como uma atividade competitiva, sustentável, rentável, integrada com outros segmentos da cadeia produtiva e que resulte em produtos finais que atendam às exigências do mercado.

Segundo Moreira *et al.* (2009), a bovinocultura de corte é definida como a atividade de criação de gado que, através do manejo, destina-se à produção de carne e subprodutos. Essa atividade pode ser desenvolvida para subsistência, embora a comercialização seja a mais explorada.

Quanto à caracterização das atividades, segundo Rodrigues (2010), as atividades da pecuária de corte são divididas pelas fases de cria, recria e engorda que são desenvolvidas isoladamente ou combinadas, de forma a se complementar. Nestes termos, considera-se:

**CRIA:** Rebanho de fêmeas em reprodução, podendo incluir a recria para reposição e/ou crescimento do rebanho e para venda. Os machos são vendidos logo após a desmama, com idade entre 7 e 9 meses. Além dos machos desmamados, são vendidas bezerras desmamadas, novilhas, vacas e touros de descarte. As bezerras são vendidas desmamadas, junto com os bezerros, ou mais velhos. As novilhas entre 1 e 2 anos são vendidas para reprodução.

**CRIA E RECRIA:** Além das categorias consideradas no rebanho de cria, as propriedades que fazem cria e recria, mantêm os machos por cerca de 16 a 20 meses. As novilhas também podem ser mantidas até 12 a 14 meses, quando o intuito é a venda para engorda.

**CRIA, RECRIA E ENGORDA:** Os machos são vendidos como bois gordos para o abate, entre 15 a 42 meses.

**RECRIA E ENGORDA:** Além dos animais previstos nos rebanhos de cria e recria, machos e fêmeas são vendidos para o abate. Geralmente, os machos são abatidos entre 20 e 42 meses, enquanto as fêmeas podem ser destinadas ao abate como novilhas, entre 14 e 18 meses, ou como fêmeas adultas, descartadas do rebanho reprodutivo.

**ENGORDA (TERMINAÇÃO):** Utilização de novilhos, novilhas ou animais adultos para engorda e abate, em áreas de pastagens, geralmente com suplementação alimentar, ou em confinamento.

Pode-se classificar e agrupar os sistemas também, segundo Cezar *et al.* (2005), pelos regimes alimentares do rebanho. Assim, foram criadas categorias para subdivisão segundo o método de alimentação: sistema extensivo, sistema semi-intensivo e sistema intensivo.

**SISTEMAS EXTENSIVOS:** São caracterizados pela utilização de pastagens nativas e/ou cultivadas como única fonte de alimentos energéticos e proteicos durante todo seu ciclo de vida. Esse grupo tem grande representatividade nos sistemas produtivos de carne, com atividades de cria e engorda, apresentando alta variação de desempenho, decorrentes de vários fatores como solo, clima, manejo, além da qualidade e intensidade das pastagens (CEZAR *et al.*, 2005).

Para esse tipo de sistema, é necessário dispor de 0,5 a 1 hectare de pastagem por animal, ao ano, o que representa baixo custo de produção, porém, proporciona baixa produtividade, devido à sazonalidade das pastagens, o que ocasiona abate tardio e baixo peso de carcaça quando comparado aos outros sistemas de produção (ALENCAR e POTT, 2003).

**SISTEMAS SEMI-INTENSIVOS:** Utilizam também como base alimentar as pastagens, além de suplementos minerais, proteicos e energéticos servidos no cocho. Tem por objetivo uma pecuária de ciclo mais curto. As fontes de alimentação mais utilizadas são o milho, sorgo, aveia e milheto, além de farelo de soja, farelo de algodão, grãos de soja e ureia (CEZAR *et al.*, 2005). Segundo Alencar e Pott (2003), a utilização principal das pastagens é feita em períodos chuvosos, tendo a suplementação alimentar nos períodos secos, contribuindo para a redução dos efeitos da sazonalidade das pastagens, levando a uma maior produtividade em engorda e peso de carcaça quando comparado ao sistema extensivo.

**SISTEMAS INTENSIVOS:** Esse sistema se diferencia pela prática do confinamento na terminação do animal. Neste sistema, os animais ocupam espaço reduzido de pastagem e consomem alimentos predominantemente concentrados (ração e suplementos minerais), além de alimentos volumosos de qualidade superior (silagem ou feno). O confinamento visa atender

a demanda de carne bovina nos períodos de escassez de oferta (OLIVEIRA, 2017). A duração do confinamento, na fase de terminação, varia entre 60 e 110 dias, com período médio em torno de 90 dias. Essa modalidade é a mais difundida, sendo chamada de “acabamento ou terminação” (MARTIN, 1999). Segundo Soares *et al.* (2016), esse modelo de tratamento apresenta um custo de produção 13% maior que os sistemas apresentados anteriormente, com gastos em alimentação 500% maiores. Em contrapartida, os lucros operacionais são 219% maiores.

Nos sistemas que produzem os novilhos superprecoces, o período de confinamento é mais longo, chegando até 240 dias (8 meses). Esses novilhos são abatidos com idade entre 13 e 16 meses de idade (CEZAR *et al.*, 2005).

### **2.2.1. Pecuária Mundial**

No cenário mundial, o consumo de alimentos tem aumentado em função do crescimento econômico e populacional de países emergentes, e a demanda pelo consumo de proteína animal, como a carne bovina, tem acompanhado esse crescimento, conquistando mercados cada dia mais competitivos e exigentes (SOARES *et al.*, 2016).

Os produtores enfrentam grandes desafios, devido ao crescente volume demandado de carne bovina, assim como pela pressão do consumidor por altos padrões de qualidade, principalmente quando se considera as restrições impostas pela sociedade moderna no que diz respeito ao uso e ocupação do solo, disponibilidade de recursos hídricos, desmatamento, além da emissão de poluentes, como é o caso do gás metano produzido pelos bovinos e sua relação com o efeito estufa.

Segundo dados do USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos), o volume de carne bovina comercializado mundialmente em 2018 foi de 10,2 milhões de toneladas. Estima-se para 2019, 10,5 milhões de toneladas (ZAIA, 2019). De acordo com ABIEC (2019), esse total chega a 13,3 milhões de toneladas equivalentes de carcaça (TEC) quando considerado a comercialização da carne bovina e bubalina (Búfalos) no cenário mundial. A Tabela 2.1 apresenta detalhes dos principais países que comercializam carne bovina mundialmente

Tabela 2.1 - Maiores exportadores de carne bovina em 2018

PAÍS	EXPORTAÇÕES (MIL TEC)	EXPORTAÇÃO/PRODUÇÃO (%)	PRODUÇÃO (MIL TEC)
Brasil	2205,2	20,12%	10959,0
Austrália	1535,2	67,94%	2259,8
EUA	1329,9	10,85%	12252,9
Índia	1189,6	40,80%	2915,6
Países Baixos	621,8	159,80%	389,1
Irlanda	607,7	114,41%	531,2
Polônia	589,3	148,75%	396,2
Nova Zelândia	569,4	84,01%	677,8
Argentina	540,9	18,52%	2921,0
Canadá	453,0	36,54%	1239,7
Alemanha	441,3	38,51%	1145,9
Outros	3199,9	8,96%	35722,3
<b>Mundo</b>	<b>13283,2</b>	<b>18,60%</b>	<b>71410,3</b>

Fonte: ABIEC (2019)

O Brasil é o primeiro colocado no ranking dos exportadores de carne, e também o segundo maior produtor mundial de carne bovina. O Brasil exporta 20,12 % da sua produção, diferente da Nova Zelândia que está em 8ª colocada em volume de exportação, mas que exporta 84,01 % do total de sua produção (ABIEC, 2019).

Com relação à importação de carne, a Tabela 2.2 apresenta os maiores importadores mundiais de carne bovina e bubalina, assim como a representatividade do Brasil em cada mercado para o ano de 2018.

Tabela 2.2 - Maiores importadores mundiais de carne em 2018

PAÍS	IMPORTAÇÕES TOTAIS (MIL TEC)	IMPORTAÇÕES DO BRASIL (MIL TEC)	% BRASIL
EUA	1.299,4	79,9	6,15
China	906,5	419,1	46,23
Vietnã	883,9	3,3	0,38
Japão	773,2	0,0	0,00
Hong Kong	621,0	484,4	78,01
Coréia	490,4	0,5	0,11
Rússia	424,8	8,6	2,02
Egito	309,3	235,3	76,07
Chile	279,9	149,8	53,50
Canadá	240,7	11,1	4,63
México	192,9	0,0	0,00
Malásia	188,3	7,2	3,85
Indonésia	182,5	0,0	0,00
Taiwan	162,0	0,0	0,02
Filipinas	159,5	36,3	22,77
Irã	144,9	109,3	75,40
Emirados Árabes Unidos	135,3	55,6	41,13
Outros	5.888,7	409,9	6,96
União Européia	3.199,4	194,7	6,08
<b>Mundo</b>	<b>13.283,2</b>	<b>2.205,2</b>	<b>16,60</b>

Fonte: ABIEC (2019)

Os EUA é o país que mais importa carne bovina do mundo, onde o Brasil tem apenas uma parcela de 6,15 % deste mercado. O Japão é o 4º maior importador de carne bovina do mundo, mas nada é oriundo do Brasil. Os países onde o Brasil tem maior representatividade na importação são Hong Kong, Egito e Irã com participação de 78,01 %, 76,07 % e 75,40 % respectivamente. Já os países que mais importam carne brasileira são Hong Kong e China, totalizando 903,5 MIL TEC do total de 2.205,2 exportado pelo Brasil (ABIEC, 2019).

Na Tabela 2.3, podem ser verificados os maiores rebanhos e produtores de carne do mundo em 2018.

Tabela 2.3 - Maiores produtores de carne no mundo em 2018

País	Rebanho			% Mundial	Produção	
	Bovinos (Milhões de cabeças)	Bubalinos (Milhões de cabeças)	Bovinos e Bubalinos (Milhões de cabeças)		(Milhões TEC)	% Mundial
Brasil	214,7	1,4	216,1	13,0%	11,0	15,3%
Índia	186,0	114,3	300,3	18,1%	2,9	4,1%
EUA	94,3	0,0	94,3	5,7%	12,3	17,2%
China	81,5	23,7	105,2	6,3%	7,3	10,3%
Etiópia	61,5	0,0	61,5	3,7%	0,3	0,5%
Argentina	53,9	0,0	53,9	3,3%	2,9	4,1%
Paquistão	44,8	38,0	82,9	5,0%	1,8	2,5%
México	32,2	0,0	32,2	1,9%	2,0	2,7%
Chade	27,9	0,0	27,9	1,7%	0,1	0,1%
Tanzânia	26,7	0,0	26,7	1,6%	0,4	0,5%
União Europeia	89,3	0,4	89,7	5,4%	7,5	10,6%
Outros	541,4	24,9	566,3	34,2%	22,9	32,1%
<b>Mundo</b>	<b>1454,2</b>	<b>202,7</b>	<b>1656,9</b>	<b>100%</b>	<b>71,4</b>	<b>100%</b>

Fonte: ABIEC (2019)

Por mais que o Brasil esteja no topo da lista do rebanho bovino, com 214,70 milhões de cabeças, seu rebanho total bovino e bubalino é inferior ao da Índia, que tem 300,30 milhões de cabeças. No total do rebanho, a Índia tem 18,1 % do rebanho mundial contra 13 % do Brasil (ABIEC, 2019).

A Índia possui um rebanho muito maior que o Brasil, mas produz menos carne. Isso se dá, segundo Schlesinger (2010), pelo fato da Índia não utilizar, em grandes proporções, seu rebanho bovino para fins comerciais, por questões religiosas, comercializando apenas pequena parte da carne bovina e a carne bubalina. Os EUA, por sua vez, têm rebanho menor que o Brasil, mas produz mais carne, devido ao uso de modernas práticas de manejo e emprego de tecnologias em todo o sistema de produção.

A Tabela 2.4 mostra os países que mais consumiram carne bovina no ano de 2018. Lideram o *Ranking* os EUA, Brasil e China, com um consumo total de carne bovina de 29.498,40 MIL TEC. Um fator relevante neste contexto é a população do país para que se possa ter ideia do consumo per capita, onde, segundo USDA (2019), os países que mais consomem carne bovina por habitante por ano são Argentina, Brasil e EUA com consumo per capita de 53,42 kg/hab/ano, 42,12 e 37,12 respectivamente. A Índia aparece como menor consumidor de carne bovina, com apenas 1,04 kg/hab/ano.

Tabela 2.4 - Maiores consumidores de carne bovina em 2018

RANKING	CONSUMO TOTAL DE CARNE BOVINA (MIL TEC)	CONSUMO PER CAPITA (KG/HAB/ANO)	POPULAÇÃO (MILHÕES DE HABITANTES)
EUA	12.183,8	37,12	328,2
Brasil	8.811,6	42,12	209,2
China	8.503,0	6,08	1.399,0
Argentina	2.381,1	53,42	44,6
México	1.867,5	14,97	124,7
Rússia	1.847,6	12,90	143,3
Paquistão	1.774,3	8,82	201,2
França	1.534,6	23,54	65,2
Egito	1.464,0	15,51	94,4
Índia	1.396,8	1,04	1.344,0
Japão	1.269,7	10,08	126,0
Reino Unido	1.151,2	17,31	66,5
Itália	1.137,4	18,72	60,8
Alemanha	1.096,5	13,17	83,2
Turquia	1.065,3	13,06	81,6
África do Sul	1.025,4	17,76	57,7
Canadá	1.023,2	27,58	37,1
Vietnã	936,1	9,90	94,6
Coréia	844,4	16,34	51,7
Uzbequistão	817,7	25,47	32,1
Colômbia	733,0	14,71	49,8
Indonésia	695,1	2,62	265,3
Austrália	669,7	26,82	25,0
Espanha	571,3	12,37	46,2
Cazaquistão	486,8	26,33	18,5
Nigéria	486,0	2,51	193,9
Chile	475,9	25,61	18,6
Hong Kong	229,3	30,65	7,5
Emirados Árabes Unidos	90,2	8,65	10,4
Uruguai	82,6	23,57	3,5
Outros	12.023,6	5,45	2.207,3
<b>Mundo</b>	<b>68.674,7</b>	<b>9,19</b>	<b>7.469,6</b>

Fonte: USDA (2019)

### 2.2.2. Pecuária no Brasil

O Brasil é o quinto maior país em área territorial, contando com 8,5 milhões de quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>), sendo menor apenas que os territórios da Rússia, Canadá, China e Estados Unidos. Corresponde a 1,6 % da superfície do planeta, 20 % da área da América e 48 % da América do Sul (MEDEIROS, 2013).

Teixeira e Hespanhol (2014) definem a bovinocultura brasileira como a atividade mais complexa nos últimos anos, ainda que a tecnologia seja reservada a poucas organizações. A

categoria está desmembrada em moderna e tradicional, pois existem pecuaristas que adotam o mínimo de cuidados técnicos na gestão do rebanho e pecuaristas altamente qualificados sendo capazes de gerenciar muito bem a atividade.

A produção de bovinos em sistema extensivo ocupava em 2017 cerca de 20 % do território brasileiro, com aproximadamente 168 milhões de hectares de pastagens no país (GOMES *et al.*, 2017).

Por mais que tenha abundância de terras, o Brasil vem sofrendo com a competição entre a bovinocultura e as lavouras (soja, milho, trigo, arroz, etc.), fazendo com que a área destinada à criação de gado seja reduzida, dando espaço às lavouras que são, geralmente, mais rentáveis. Neste sentido, a pecuária tem reduzido suas áreas e aumentado sua produtividade, por meio de tecnologias como a terminação em confinamento (MEDEIROS, 2013).

A criação de gado bovino no Brasil é a atividade econômica que ocupa a maior extensão de terras, abaixo da área total destinada às lavouras. Segundo o censo agropecuário de 2017, do IBGE (2017), as áreas de pastagens ocupam no país, aproximadamente, 158,5 milhões de hectares, enquanto as destinadas à lavoura totalizam cerca de 191,5 milhões de hectares, totalizando 350 milhões de hectares de área de uso agrícola/pecuária.

O Brasil é o detentor do maior rebanho bovino comercial do mundo, contando com mais de 215 milhões de cabeças, destacando-se não somente pelo tamanho do rebanho, mas também pelo potencial de crescimento (IBGE, 2017). O Gráfico 2.1 mostra a evolução do rebanho bovino brasileiro nos últimos anos.

O Brasil possui o segundo maior rebanho bovino do mundo, abaixo apenas da Índia, sendo considerado o maior rebanho comercial do mundo. Entre 1990 e 2007, a produção de carne bovina passou de 4,1 para mais de 9 milhões de toneladas, com crescimento bem superior ao de sua população e de seu consumo. Esta série de fatores permitiu que o Brasil se tornasse o maior exportador mundial de carne bovina, ultrapassando a Austrália, a partir de 2004 (SCHLESINGER, 2010).

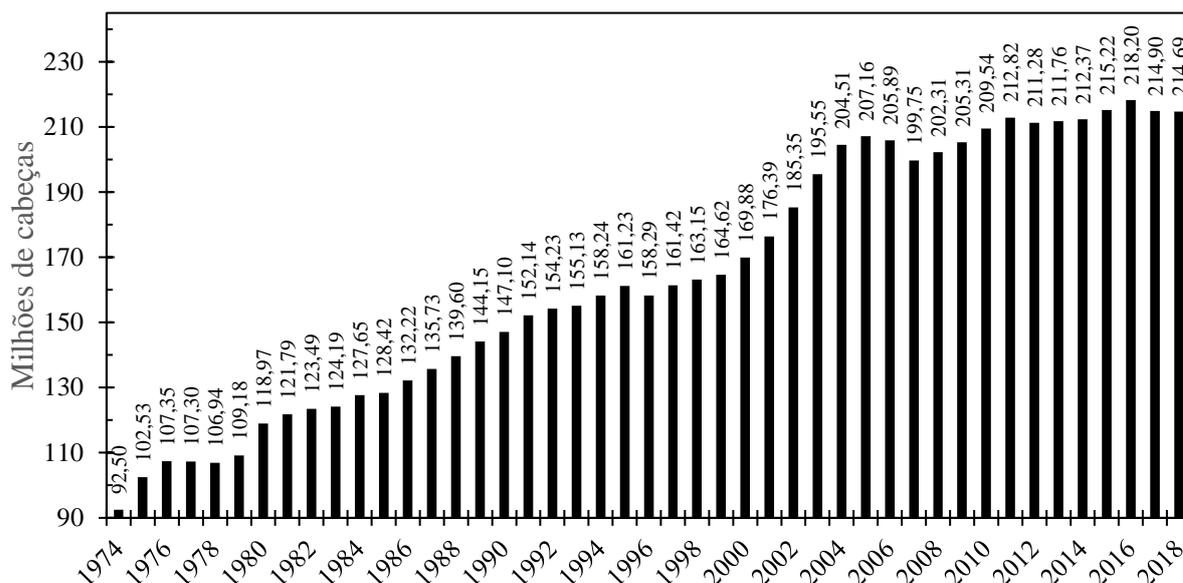


Gráfico 2.1 - Evolução do rebanho bovino no Brasil  
 Fonte: ABIEC (2019)

Segundo ABIEC (2019), foi registrado um crescimento de 6,9 % no número de abates no ano de 2018, chegando a 44,23 milhões de cabeças. Assim, houve crescimento também no volume de carne bovina produzida, com um total de 10,96 milhões de toneladas equivalente carcaça (TEC), 12,8 % acima de 2017. Desse total, 20,1 % foi exportada e 79,9 % foi destinada ao mercado interno, responsável por um consumo per capita de 42,12 kg/ano.

A Tabela 2.5 mostra o montante do rebanho bovino brasileiro dividido por estado. O estado do Mato Grosso é, atualmente, aquele que possui maior rebanho bovino do Brasil, com aproximadamente 29,9 milhões de cabeças, o que representa 13,9 % do total do rebanho brasileiro. É seguido por Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e Pará, que representam, respectivamente, 10,64 %, 10,19 %, 10,14 % e 9,32 % do rebanho brasileiro. Os rebanhos que mais cresceram nos últimos 10 anos foram dos estados de Roraima, Pará e Rondônia, com crescimento de 60,68 %, 30,33 % e 26,02 % respectivamente. O Mato Grosso teve crescimento de 16,26 % em seu rebanho nos últimos 10 anos. O estado com menor participação no rebanho brasileiro é o Amapá, com 0,03 % do rebanho brasileiro, e teve diminuição de seu rebanho em 41,41 % nos últimos 10 anos. Com relação a participação de animais destinados ao corte, tem-se como maiores rebanhos os estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Acre, que destinam, respectivamente, 96,97 %, 94,50 % e 91,04 % de seus animais ao corte. O restante dos animais é destinado a produção leiteira. Esse fato é muito visível no nordeste brasileiro, nos estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Pernambuco, onde apenas 37,39 %, 43,72 % e 43,79 % dos animais são destinados ao corte (ABIEC, 2019).

Tabela 2.5 - Rebanho bovino por estado brasileiro

Estados	Rebanho em 2018 (cabeças)	Participação do rebanho do estado no total do Brasil (%)	Crescimento do rebanho nos últimos 10 anos (%)	Participação de animais destinados a corte (%)
Mato Grosso	29.858.399	13,91	16,26	94,50
Goiás	22.852.748	10,64	11,63	80,72
Mato Grosso do Sul	21.873.444	10,19	0,19	96,97
Minas Gerais	21.770.196	10,14	-3,57	66,04
Pará	20.010.944	9,32	30,33	87,81
Rondônia	13.871.863	6,46	26,02	86,08
Rio Grande do Sul	13.522.508	6,30	0,04	86,76
São Paulo	11.416.543	5,32	-3,17	85,13
Bahia	9.993.291	4,65	-12,23	80,26
Paraná	9.457.007	4,41	-0,40	76,69
Tocantins	8.746.990	4,07	18,28	81,77
Maranhão	7.504.343	3,50	13,54	77,15
Santa Catarina	4.236.896	1,97	21,44	56,51
Acre	2.807.088	1,31	21,21	91,04
Rio de Janeiro	2.476.345	1,15	19,14	48,97
Ceará	2.253.754	1,05	-7,03	43,72
Espírito Santo	1.921.654	0,90	-10,30	67,48
Pernambuco	1.875.539	0,87	-15,51	43,79
Piauí	1.634.901	0,76	-5,85	80,98
Amazonas	1.335.994	0,62	10,54	79,49
Paraíba	1.212.256	0,56	6,40	50,07
Alagoas	1.192.037	0,56	7,19	52,42
Sergipe	1.046.341	0,49	-2,55	47,99
Rio Grande do Norte	887.449	0,41	-12,15	37,39
Roraima	773.019	0,36	60,68	79,88
Distrito Federal	93.542	0,04	-7,92	81,33
Amapá	60.450	0,03	-41,41	83,23
<b>Brasil</b>	<b>214.685.541</b>	<b>100,00</b>	<b>140,78</b>	<b>81,45</b>

Fonte: (ABIEC, 2019)

Dentre os municípios brasileiros, os que mais se destacam pelo tamanho de seus rebanhos são: São Félix do Xingu (PA), Corumbá (MS), Ribas do Rio Pardo (MS), Cáceres (MT) e Marabá (PA). Os municípios que tiveram maior crescimento em seu rebanho nos últimos 10 anos foram Novo Repartimento (PA) e Marabá (PA), com aumento de 135,60 % e 114,20 % respectivamente. Na região Médio Norte do Mato Grosso, destacam-se os municípios de Juara, Alta Floresta e Juína, que totalizam 2.466.520 cabeças, com crescimento de 5,08 %, 0,60 % e 38,13 % respectivamente, nos últimos 10 anos. A Tabela 2.6 apresenta mais detalhes dos rebanhos no país (ABIEC, 2019).

Tabela 2.6 - Rebanho dos maiores municípios pecuários do Brasil

MUNICÍPIO – ESTADO	REBANHO (CABEÇAS)	CRESCIMENTO DO REBANHO NOS ÚLTIMOS 10 ANOS (%)
São Félix do Xingu – PA	2.238.262	23,47
Corumbá – MS	1.885.751	-2,59
Ribas do Rio Pardo – MS	1.144.805	-2,67
Cáceres – MT	1.072.461	30,18
Marabá – PA	1.024.102	114,20
Vila Bela da Santíssima Trindade – MT	979.374	21,87
Porto Velho – RO	968.778	59,16
Juara – MT	951.445	5,08
Novo Repartimento – PA	899.103	135,60
Cumaru do Norte – PA	845.651	92,03
Aquidauana – MS	800.029	3,22
Alta Floresta – MT	764.561	0,60
Juína – MT	750.514	38,13
Nova Crixás – GO	728.263	1,70
Porto Murtinho – MS	690.403	5,36
Pontes e Lacerda – MT	665.997	17,83
Altamira – PA	655.776	64,14
Nova Mamoré – RO	650.572	74,16
Água Azul do Norte – PA	643.304	47,32
Pacajá – PA	642.559	73,51

Fonte: Adaptado de ABIEC (2019)

Segundo dados do IBGE (2019), o município de Sinop – MT possui um efetivo de rebanho bovino de 55.445 cabeças, estando na 116<sup>a</sup> posição do *ranking* estadual de maiores rebanhos, contemplando apenas 0,19 % do total do rebanho do estado. O Gráfico 2.2 apresenta o histórico do rebanho bovino no município de Sinop – MT nos últimos anos.

No ano de 2010, o município tinha um rebanho bovino de 88,9 mil cabeças e, devido ao aumento da produção de grãos como soja e milho, teve queda de 37,67 % do total de seu rebanho, caindo para 55,4 mil cabeças atualmente. O município produziu 508.346,580 toneladas de soja em 2018, em uma área de 147.262,830 hectares contra uma área de 29.951,915 hectares destinados a pastagens. Sinop conta com uma área total de 394.195,8 hectares (IBGE, 2019).

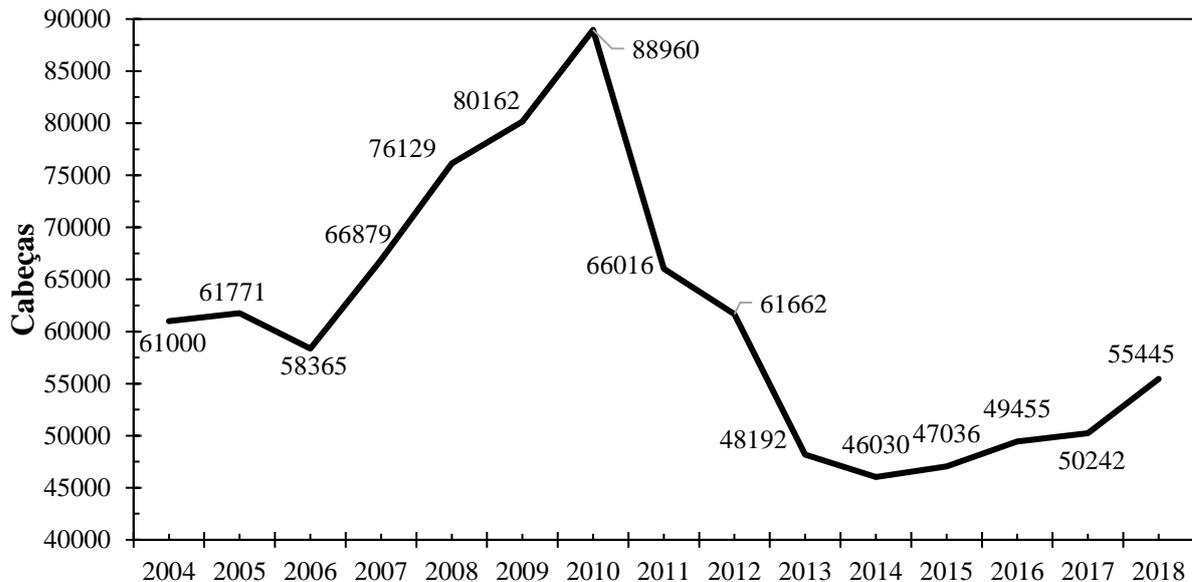


Gráfico 2.2 - Efetivo do rebanho bovino do município de Sinop – MT  
Fonte: IBGE (2019)

## 2.3. AMBIENTE E BEM-ESTAR ANIMAL

Ao falar de ambiência, deve-se ter em mente um meio físico e psicológico propício para as atividades dos animais que vivem ali (COSTA, 2000). O ambiente dos bovinos engloba todos os elementos que afetam sua vida, tendo como meio físico as pastagens e instalações para diversas funções como abrigo, contenção e alimentação (OLIVEIRA FILHO, 2015).

O ambiente deve ser concebido de tal forma que suas instalações proporcionem rotina de manejo adequada, o que é fundamental para o bem-estar animal, além de sua produção.

### 2.3.1. Bem-estar animal

O comércio internacional vem se deparando com muitas barreiras comerciais nos últimos anos, o que tem causado enormes prejuízos aos exportadores. De acordo com a OMC (Organização Mundial do Comércio), tais barreiras afetam países em desenvolvimento e seu setor exportador. O caso é que, alguns países, vêm utilizando as medidas de proteção ao bem-estar animal como forma de barreira comercial, o que não condiz com os acordos da OMC. Defendem ainda que o bem-estar animal poderia ser colocado no acordo de Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (ASP, *Sanitary and Phytosanitary Measures*), que objetiva a proteção da saúde e vida humana, animal e vegetal, como doenças e pragas transmitidas por

animais ou vegetais. Esta aplicação de medidas sanitárias tem sido a mais constante justificativa para restrições em comercializações internacionais (HOFFMANN, 2016).

De acordo com Hoffmann (2016), a OIE (Organização Mundial da Saúde Animal) objetiva apresentar práticas sobre o bem-estar animal que podem ser aplicadas nos países membros respeitando suas questões sociais, econômicas, religiosas e culturais. Segundo o autor, mesmo com a OIE definindo uma série de regras, ainda há países que desacordam com tais regras impondo regulamentação própria, como é o caso da Comunidade Europeia com seu regulamento nº 1.099/2009 que estabelece a garantia das empresas de que as operações de abate sejam feitas apenas por pessoas certificadas em bem-estar animal, dificultando a comercialização com países em desenvolvimento.

Mediante a necessidade de conquistar mercados mais exigentes no exterior, tratar de bem-estar animal é de suma importância, haja visto que desta forma a melhora na produção e na qualidade da carne é significativa.

A definição de bem-estar animal, segundo a Organização Mundial da Saúde Animal (OIE, 2002), é como um animal está respondendo às condições em que vive. É considerado em estado de bem-estar o animal saudável, confortável, seguro, bem nutrido, que não estiver sentindo dores, medos e angústias, e que seja capaz de expressar seu comportamento natural. Assim, as instalações e uma rotina de manejo adequada são cruciais para a definição do bem-estar animal e, conseqüentemente, melhor produção animal.

A relação do animal com o ambiente deve ser apreciada quando se tem o intuito de maximizar o rendimento na pecuária, lembrando que as respostas distintas do animal às particularidades regionais são importantes no êxito da atividade. Tão logo, o conhecimento exato dos fatores que intervêm na vida produtiva do animal, dado o exemplo do estresse determinado pelas variações do meio ambiente, possibilita adequação nas rotinas de manejo dos sistemas produtivos, permitindo ofertar desenvolvimento sustentável e viabilidade econômica. À vista disso, a compreensão das condições climáticas, sua relação com os animais e as respostas comportamentais, fisiológicas e produtivas são fundamentais no ajuste do sistema produtivo e para atingir os propósitos da atividade (NEIVA *et al.*, 2004).

Os cuidados acerca do conforto ambiental e bem-estar animal estão cada dia maiores na esfera pública, e os sistemas de produção animal estão buscando atender tais determinações. Dessa forma, os sistemas de produção precisam oferecer condições apropriadas de criação, objetivando aprimorar a produção e atender a essas exigências do mercado. Em um sistema de produção de gado a pasto, a sombra natural é um artifício que colabora para o fornecimento de bem-estar aos animais (MARTINS, 2001).

### 2.3.2. Conforto térmico para bovinos

Para a sobrevivência e a produção dos animais é essencial que eles sejam eficientes em manter sua temperatura corporal, nos limites da sua zona de conforto. Este processo é chamado de homeotermia, que é a conservação da temperatura corporal constante, mesmo que ocorram oscilações da temperatura do ambiente (AZEVEDO, 2007).

Um animal homeotérmico, quando sujeito a temperaturas abaixo de sua temperatura corporal, tende a promover compensação fisiológica, aumentando a produção de calor e, conseqüentemente, reduzindo perdas para o ambiente, conservando, desta forma, sua temperatura interna. De forma oposta, se sujeito a temperaturas elevadas, o animal reduzirá a produção de calor, elevando as perdas para o ambiente (PEREIRA, 2005).

Denomina-se calor endógeno o calor produzido no organismo, incluindo as funções básicas vitais (ação metabólica do coração, pulmão, fígado, etc.), responsáveis por 40 a 70 % da geração diária de calor. Este calor é gerado pela digestão, absorção de nutrientes e reações bioquímicas das células do corpo. A quantidade de calor produzido pode mudar conforme a quantidade, qualidade e tipo de alimento consumido pelo animal. De acordo com Lucci (1977)<sup>1</sup> citado por Guimarães *et al.* (2001), rações com baixo teor de volumosos seriam mais indicadas para condições tropicais, devido ao menor incremento calórico. Para Guimarães *et al.* (2001), rações compostas exclusivamente de volumosos representam maiores temperaturas corporais, em relação as rações ricas em concentrado. Além disso, atividades físicas (comportamento), desempenho (produção), manejo e o esforço remanescente da regulação térmica são causadores da geração de calor endógeno (DAVIS *et al.*, 2003).

Para que o animal possa apresentar em sua totalidade seu potencial genético de produção, ele precisa de alimentação apropriada, em quantidade e qualidade, bem como ser alocado em ambiente que proporcione condições climáticas dentro da zona de conforto, inclusive dentro da sua zona de termoneutralidade (BROSH *et al.*, 1998).

A referida zona de termoneutralidade pode ser definida como temperatura ambiente, em que o animal não sofre estresse devido à exposição ao frio ou calor. Dentro desta zona, o custo fisiológico é pequeno, a contenção de energia da alimentação é alta, a temperatura corporal e a fome são intermediárias e a produção é excelente. O consumo energético para manutenção do animal acontece a baixo nível, direcionando o residual de energia do organismo para os

---

<sup>1</sup> LUCCI, C.S. Clima e aclimação de bovinos e leite no Brasil Central. **Zootecnia**, Nova Odessa, v.15, n.3, p. 157 – 169, jul./set. 1977.

processos produtivos, não havendo consumo de energia no equilíbrio fisiológico (PEREIRA, 2005).

A zona de termoneutralidade é limitada pela temperatura crítica inferior e temperatura crítica superior. Estando abaixo ou acima desses limites, o animal sofre estresse pelo frio e pelo calor, respectivamente.

A zona de conforto térmico dos bovinos de corte zebuínos, encontra-se dentro de uma faixa de temperatura de 18 a 26 °C, com temperatura crítica inferior (TCI) de 5 °C e temperatura máxima superior (TMS) de 35 °C (LEÃO, 2016). Segundo Pereira (2005), a zona de conforto térmico para animais de cruzamento, varia de 5° a 3 °C, dependendo das raças utilizadas.

Quando em situação de estresse térmico, o animal comporta-se no sentido de garantir a sua termorregulação, dentro da zona de termoneutralidade. Ao ser exposto ao frio, o animal come mais para gerar quantidade maior de calor interno (aumento da taxa metabólica) e ao ser exposto ao calor, o animal come menos para diminuir a produção de calor interna (diminuindo a taxa metabólica) e eleva a troca de calor com o ambiente (BROSH *et al.*, 1998).

Para Pires (2006), o estresse calórico é um distúrbio devido ao desequilíbrio no organismo do animal ao ambiente em que ele se encontra. A palavra estresse deve ser usada para indicar a quantidade de bem-estar que refere à falência nas tentativas de enfrentar as dificuldades. O estresse é considerado calórico quando as alterações indesejáveis ocorrem pela exposição do animal a temperaturas altas, e é aumentado com a alta umidade relativa do ar e a baixa velocidade do vento (BROOM e MOLENTO, 2004).

Além da regulação térmica fisiológica, existe a termoregulação comportamental, onde os animais utilizam métodos para equilibrar sua temperatura, como o exemplo de procurar área com sombra (SOUZA e BATISTA, 2012). Esses fatores afetam diretamente a saúde e desempenho do animal (MADER *et al.*, 2010).

A temperatura do ar é um dos elementos climáticos que mais influência no desempenho produtivo animal (NEIVA *et al.*, 2004). Do ponto de vista da produção, os alimentos devem ser utilizados exclusivamente para o crescimento, mas quando sob estresse, os animais utilizam essa energia para controlar sua temperatura, reduzindo a eficiência produtiva.

A umidade relativa do ar é outro elemento climático que influencia na produção animal, pois afeta o seu bem-estar e, conseqüentemente, sua produtividade. Em conjunto com a temperatura do ar, a umidade relativa exerce importante papel na dissipação de calor do animal. Valores elevados dessas variáveis podem ser muito danosos à produção (TEIXEIRA, 2000).

Em regiões de clima tropical associa-se o baixo rendimento dos rebanhos aos fatores climáticos mais estressantes, que são a temperatura do ar elevada, alta umidade relativa do ar e

intensa radiação solar (STARLING *et al.*, 2005). Estes fatores levam o animal a consumir maior quantidade de água, como mecanismo de defesa para baixar sua temperatura corporal. Perissinoto *et al.* (2005) realizaram um estudo sobre o consumo de água em vacas leiteiras com a influência do ambiente estressante termicamente, e notaram o aumento do consumo, de 37,3 litros de água por animal, em temperaturas baixas, contra 63,8 litros de água por animal em condições de temperatura mais elevada.

Os animais buscam sombra durante os horários mais quentes do dia (BENNETT *et al.*, 1985). A sombra, quando possível, deve ser ofertada para atender a todos os animais a qualquer hora do dia. Caso não haja sombra para todos, os bovinos irão disputar a sombra presente, ficando de fora os mais velhos e mais fracos. A Figura 2.1 ilustra uma situação de sombra insuficiente para o rebanho.



Figura 2.1 - Área de sombra natural insuficiente para o conforto térmico de bovinos em área de pastagem  
Fonte: VALLE (2011)

Aguiar (2013) conduziu estudo com sombreamento e concluiu que a utilização da sombra é positiva e lucrativa. O autor mostrou que, com o uso da sombra para o rebanho, houve um aumento de 9 % do custo operacional da exploração animal o que, em um período de 3,5 anos, representa retorno de investimento por meio do aumento da produção animal, que passa de 15 arrobas por cabeça para 16,4 arrobas por cabeça, com 3,2 anos de idade.

Desde que se teve conhecimento sobre a influência do ambiente sobre o animal que ali vive, iniciaram-se estudos para delimitar parâmetros de conforto térmico animal, relacionando

as variáveis climáticas e o comportamento animal em um único parâmetro (ALMEIDA, 2011). Os estudos referentes à determinação de parâmetros como medida de conforto térmico animal tiveram início nos anos 60, para bovinos e suínos (SOUZA *et al.*, 2002).

O primeiro, e mais utilizado, parâmetro criado para medir conforto térmico, relaciona umidade relativa do ar e a temperatura do ar, chamado de Índice de Temperatura e Umidade (ITU) (AZEVEDO *et al.*, 2005).

Outro índice muito utilizado para mensurar o conforto térmico dos animais é o ITGU (Índice de temperatura de globo negro e temperatura de ponto de orvalho). O ITGU é mais preciso na indicação do estresse térmico do rebanho do que o índice ITU (ALMEIDA, 2011).

Também é muito utilizado o índice de Carga Térmica Radiante (CTR), que quantifica a radiação total recebida pelo animal em relação ao ambiente ou espaço onde ele está, e é expressa em  $W/m^2$  (SOUZA *et al.*, 2002).

Navarini *et al.* (2009) analisaram o estresse térmico de animais fêmeas da raça Nelore, por meio dos índices ITU, ITGU e CTR na produção bovina em diferentes situações: bosques, árvores isoladas e área sem sombra. Em suas coletas, obtiveram ITU (76, 78 e 80), ITGU (79, 82 e 84) e CTR (508, 543 e  $571 W \cdot m^{-2}$ ) nos tratamentos citados, respectivamente, indicando que a melhor condição térmica foi observada em ambiente de sombreamento proporcionado por pequenos bosques constituídos por árvores de Guajuvira, e a pior condição térmica foi observada na exposição a pleno sol.

Em sua pesquisa, Leme *et al.* (2005) verificaram que animais em desconforto térmico buscavam por locais de sombra onde há diminuição do calor e da radiação, mostrando assim a grande necessidade de disponibilizar algum tipo de sombra aos animais.

Aranha (2017) concluiu em seu estudo que, com a disponibilidade de áreas de sombra para o rebanho, houve aumento da produção e, conseqüentemente, do desempenho na estação do verão.

Leiva *et al.* (2017) afirmaram que o estresse térmico é um dos principais desafios para os sistemas de produção em climas tropicais e subtropicais. A hipertermia afeta a produção do animal e também prejudica os processos fisiológicos necessários para uma melhor manutenção do bem-estar do gado. Assim, sistemas que aliviam o estresse térmico em vacas leiteiras se tornam garantia para otimizar a rentabilidade em sistemas de produção leiteira.

Zhang *et al.* (2014) verificaram em seus experimentos com vacas leiteiras que, com medidas de ITU 73,9 e 80,3, consideradas moderada e severa, houve aumento da temperatura retal, frequência respiratória e frequência cardíaca dos animais, com conseqüente mudança da

qualidade do leite, enquanto com medida de ITU 56,4, considerado baixo, não houve alteração destas variáveis.

Naas e Arcaro Jr. (2001) avaliaram três diferentes métodos destinados a promover a atenuação do estresse térmico em vacas em lactação, com 18 fêmeas bovinas entre 40 e 60 dias de paridas, com produção média de leite em torno de 25 kg.dia<sup>-1</sup>. Utilizaram sombra artificial produzida por tela de propileno 80 %, sombras idênticas acrescidas de ventilação e sombra combinando ventilação e aspersão. Concluíram que a produção de leite apresentou diferenças significativas, sendo que o tratamento com a melhor média (20,53 kg) foi sombra+ventilação+aspersão, seguido de sombra+ventilação (19,19 kg) e sombra (18,20 kg).

É válido salientar que, todas as observações e cuidados com o bem-estar e conforto térmico com vacas leiteiras se aplicam também aos animais destinados ao corte, e podem variar dependendo da raça e suas tolerâncias térmicas.

Lopes (2009) constatou em sua pesquisa com gado Nelore de corte confinado que, os animais com acesso à sombra tiveram ganho médio de peso, em 77 dias, de 104,08 kg, e os animais que não tiveram acesso a sombra tiveram ganho médio de peso de 91,29 kg no mesmo período. Indicou que o rendimento médio de carcaça não foi influenciado de maneira significativa, com abate realizado com 118 dias, tendo os animais com acesso a sombra rendimento de 53,46 % e os animais sem acesso a sombra 53,13 % de rendimento de carcaça.

Sevegnani *et al.* (2013) realizaram experimento com três grupos de 4 novilhas bubalinas da raça Murrah com idades entre 299 e 674 dias, submetidas a três tratamentos caracterizados pelo acesso a sombra (S), acesso à aspersão (A) e acesso à imersão em piscina (I). Verificaram que o tratamento que proporcionou melhor conforto e rendimento animal foi o I, seguido por A e S, com ganho de peso na primavera e verão, de, respectivamente, 7,75 kg e 19,5 kg (I), 2 kg e 7 kg (A) e 4,25 kg e 9 kg (S). Para estes resultados, os valores de temperatura média máxima do ar na primavera e verão foram 39,6 °C e 41 °C (A), 37,2 °C e 32,8 °C (I) e 36,5 °C e 35,7 °C (S), UR foram de 86,7% e 79% (S), 85,5% e 75,7% (A) e 85,4% e 72,7% (I), e velocidade do vento de 1,18 m/s e 1,11 m/s (A), 0,94 m/s e 1,17 m/s (S) e 0,94 m/s e 0,89 m/s (I). Esses resultados se deram pelo fato de os bubalinos optarem pela água para imersão quando água e sombra estão à disposição, para trocar calor e baixar temperatura corporal quando em situação de estresse térmico, além das menores médias de temperatura do ar e umidade relativa do ar.

Taveira *et al.* (2012) realizaram experimento, no município de Aruanã – GO, em um confinamento de bovinos de corte com animais machos inteiros, mestiços, com idade de 24 meses, nas condições de sombra e sem sombra. Foi utilizado sombrite de polietileno de 70 %

para proporcionar sombra à uma parte do lote. O período de confinamento foi de 90 dias. Receberam água a vontade e alimentados com fonte de volumoso e concentrado na proporção 35:65 para adaptação, 20:80 para crescimento e 12:88 para terminação. Obtiveram ganhos diários de até 1,80 kg para os animais com disposição a sombra, e 1,61 kg para animais sem acesso à sombra.

Marques *et al.* (2007) conduziram sua pesquisa, no município de Araruna – PR, com animais mestiços (Nelore x Charolês), não castrados, com peso médio de 346,1 kg e idade média de 16 meses, com água a vontade e alimentados com volumoso e concentrado na proporção 40:60, servidas duas vezes ao dia, às 8 h e as 16 h. O período de confinamento foi de 84 dias. O local sombreado foi constituído por cobertura de tela de polietileno de 70 %. As medições climáticas, como temperatura e umidade relativa do ar, e temperatura de globo negro na sombra e no sol, foram feitas às 10 h e as 15:00 h. Concluíram que, a área sombreada não influenciou o desempenho e tempo de ingestão. Já o tempo de ruminação foi maior para o animais sem sombra e o tempo de ócio foi maior para os animais com sombra. Tanto na área com sombra quanto na área sem sombra, o ganho de peso diário médio para os animais, em ambos os tratamentos, foi de 1,2 kg.

Frizzo (2014) fez pesquisa com bovinos de corte no município de Francisco Beltrão - PR. Os animais eram mestiços (Nelore x Holandês) em um total de 12, com idade entre 24 e 28 meses. Os tratamentos foram divididos em sombra (utilizando tela de polipropileno de 70 %) e sem sombra, onde os animais ficaram expostos ao sol, com acesso a alimentação e água. Tiveram como resultado um ganho médio diário de 1,84 kg/dia quando expostos ao sol, e, quando sob sombra artificial, um ganho de 2,12 kg/dia.

Oliveira (2016) pesquisou touros da raça Nelore na Fazenda Experimental Capim Branco, da Universidade Federal de Uberlândia. Foram utilizados dois piquetes sombreados e monitorados pela pesquisadora. A água foi fornecida à vontade, a dieta foi formulada com 70 % de volumosos e 30 % de concentrados oferecida *ad libitum*. Foi considerado peso médio inicial por animal de 413 kg com consumo de 2,5 % da massa corporal. As médias de ITU ficaram entre 63 e 73, máximos entre 66 a 77 e mínimos entre 58 e 63. O ganho de peso diário registrado teve média de 1,99 kg.

Leão (2016) trabalhou com animais cruzados Angus x Nelore, sendo 36 machos, 21 meses de idade e peso médio de entrada de 369,5 kg. O confinamento era realizado a céu aberto e com área de sombreamento. A água foi servida à vontade, e o trato era dividido em 4 inteiros, as 6h20m, 8h40m, 15:00 h e 17:30 h, e 2 meio trato, as 11:00 h e as 13 h. A dieta teve proporção de volumoso e concentrado 64:36 inicialmente e 30:70 para terminação. O ganho médio diário

de peso dos animais confinados ao final de 30 dias, foi de 2,78 kg com sombreamento e, 2,47 kg sem sombreamento.

A pesquisa de Valadez-Noriega *et al.* (2019) foi conduzida no município de Ezequiel Montes (20°310' N, 99°440' W) Estado de Queretaro (México Central). Foram utilizados 880 novilhos zebu comerciais, onde foram utilizados 620 novilhos inteiros com idade de 24 a 27 meses e média de 337 kg para o estudo de desempenho. Todos vieram de sistema de pastoreio. Foram utilizados dois tratamentos: com cobertura e exposto ao sol. O período de confinamento foi de 134 dias com os animais saindo com peso final para abate de aproximadamente 590 kg. Com clima frio, obtiveram ganho de peso médio diário de 1,9 kg, enquanto exposto ao sol obtiveram ganho de peso médio diário de 1,8 kg.

Ferro *et al.* (2016) trabalharam com a influência do sombreamento artificial nas variáveis ambientais e respostas de novilhos nelore confinados, tendo o experimento conduzido no confinamento experimental do departamento de zootecnia da Universidade Estadual de Goiás, em São Luís de Montes Belos. Com peso médio de 310 kg e idade média de 20 meses, foram mantidos 6 novilhos ao ar livre, a mesma quantia com sombra 30 %, 50 % e 80 %. A dieta consistiu em sorgo e milho silagens, milho moído, farelo e casca de soja, ureia para gado, além de misturas de vitaminas e minerais, sendo o trato feito quatro vezes ao dia, na proporção volumoso:concentrado de 40:60. Concluíram que o conforto térmico e respostas fisiológicas foram melhores na sombra 80 % e ruins ao ar livre.

Oliveira (2015) avaliou os efeitos do sombreamento na terminação de bovinos mestiços leiteiro nelore. Com idade de aproximadamente 24 meses, entrada com peso médio de 325 kg, foram confinados por 84 dias em tratamentos a céu aberto e com sombra, utilizando telhas de cimento amianto. A dieta teve a proporção de 30:70 para volumoso e concentrado. O coeficiente de digestibilidade foi maior para os animais com acesso a sombra. Já em relação ao ganho de peso médio diário, não foi influenciado pelos tratamentos, tendo ganho diário de 1,48 kg.dia<sup>-1</sup>. Segundo o autor, o ambiente sombreado não melhorou o desempenho dos animais, possivelmente, pelo tipo de instalação.

Garcia Neto *et al.* (2016) desenvolveram pesquisa na fazenda Passagens, município de Itatuba no estado da Paraíba, que tem clima característico tropical. Foram selecionados 30 animais mestiços da raça Nelore, com peso médio de entrada 376 kg. Como dieta, receberam silagem de milho e sorgo, cana, farelo de milho, refinazil, cevada, ureia e concentrado comercial. A ração foi servida três vezes ao dia. Os animais foram divididos em grupos com exposição ao sol e grupos com disposição de sombra. Como resultado, obtiveram um ganho de

peso médio diário de 2,02 kg.dia<sup>-1</sup> e em pleno sol ganho de peso médio diário de 1,81 kg.dia<sup>-1</sup>. Os animais ficaram 60 dias no experimento.

Mitlöhner *et al.* (2002) conduziram seu experimento no Texas Tech University Burnett Center, em New Deal, Texas. Utilizaram tratamentos com sombra e sem sombra para bovinos, sendo o tratamento com sombra utilizando telhado em chapas de aço galvanizado com revestimento de alumínio. A dieta foi ofertada de forma a utilizar inicialmente 65 % de concentrado, seguido de 80 % e finalizando com 90 % de concentrado. Foram 168 novilhas foram utilizadas, sendo 132 mestiços Angus (pelos pretos) e 36 mestiços Charolês (pelos brancos). Foram utilizados machos com idade de entrada de aproximadamente 20 meses. Concluíram que, com acesso a sombra, os animais obtiveram ganho de peso médio diário de 1,74 kg.dia<sup>-1</sup> e sem acesso a sombra obtiveram ganho de peso médio diário de 1,64 kg.dia<sup>-1</sup>.

Os detalhes anteriormente expostos por alguns trabalhos foram alocados de forma simples na Tabela 2.7. Por existirem poucas pesquisas neste seguimento, específicos com confinamento de gado nelore de corte e sim com misturas europeias, com características genéticas diferentes, além dos tratos diferentes e idades, optou-se por montar uma tabela da forma mais homogênea possível para se obter o valor médio percentual da diferença de peso entre animais expostos ao sol e animais com acesso à sombra, uma vez que o intuito dessa quantificação é montar o fluxo de caixa para a análise financeira posteriormente.

Tabela 2.7 - Desempenho de bovinos em terminação sob diferentes condições de conforto térmico

<b>Autor</b>	<b>Raça</b>	<b>Sexo</b>	<b>Idade de entrada</b>	<b>Peso diário com sombra [kg/dia]</b>	<b>Peso diário sem sombra [kg/dia]</b>	<b>Diferença percentual [%]</b>
Valadez-Noriega <i>et al.</i> (2019)	Nelore	Macho inteiro	24 meses	1,90	1,80	<b>-5,26</b>
Taveira <i>et al.</i> (2012)	Mestiço	Macho inteiro	24 meses	1,80	1,61	<b>-10,56</b>
Lopes (2009)	Nelore	Macho inteiro	20 meses	1,35	1,19	<b>-11,85</b>
Frizzo (2014)	½ Nelore ½ Holandês	Machos	24 meses	2,12	1,84	<b>-13,21</b>
Leão (2016)	Angus x Nelore	Macho	21 meses	2,78	2,47	<b>-11,15</b>
Garcia Neto <i>et al.</i> (2016)	Mestiço Nelore	Macho	24 meses	2,02	1,81	<b>-10,40</b>
Mitlöhner <i>et al.</i> (2002)	Angus x Charolês	Macho	20 meses	1,74	1,64	<b>-5,75</b>
<b>MÉDIA PERCENTUAL</b>						<b>-9,74%</b>

Fonte: Do autor

## 2.4.CRIAÇÃO DE GADO EM CONFINAMENTO

É sabido que a área territorial brasileira é favorável à atividade da bovinocultura, e é pouco possível que haja aumento, devido às questões socioambientais e à disputa com a agricultura, que vem tomando espaço nos últimos anos, o que torna a atividade da bovinocultura mais acentuada em algumas propriedades, exigindo mais de seus dirigentes. A gestão adequada é capaz de gerar um melhor resultado econômico, combinado à prática rural em espaço menor de tempo (KARPINSKI, 2017).

Segundo Nogueira (2007), ocorrerá redução de 20 % a 25 % no número de produtores rurais pertencentes à pecuária até o ano de 2030, tomando como base o começo do século XX. Aos poucos, os produtores que não se modernizarem, com novas técnicas de mercado, deixarão a atividade, existindo uma acumulação de terras brasileiras em mãos de poucos produtores.

O confinamento de bovinos designado à produção de carne é definido pela aplicação dos animais em piquetes/baias para engorda, com área reduzida, tendo até mesmo o alimento provido nos cochos de forma controlada (PEIXOTO *et al.*, 1989). O confinamento surge como uma das principais estratégias de intensificação da produção de carne, reduzindo a idade de abate dos animais e melhorando a qualidade da carne (LEÃO, 2016).

Peixoto *et al.* (1989) indicaram alguns dos benefícios do confinamento de bovinos, tais como: atenuação da exigência de pastejo, abates planejados, abate precoce, capital investido com retorno breve, oportunidade de produção com maior qualidade, ótimo rendimento de carcaça e conquista de melhores valores no comércio, com a comercialização em épocas com preços mais oportunos ao produtor, acréscimo na produção de adubo orgânico, viabiliza utilização de resíduos em geral na alimentação dos animais, proporciona aumento da produtividade (MEDEIROS, 2013).

Cardoso (2000) caracterizou confinamento como sendo um sistema de criação de bovinos onde os animais são terminados em piquetes ou currais, com pequenas áreas e onde alimento e água são oferecidos em cochos, buscando a produção eficiente.

Também é definido como uma estratégia produtiva, de intensificação alternativa ao sistema tradicional extensivo, que vem perdendo espaço no Brasil, na qual os animais utilizam menor área de pastagem na propriedade, pois abriga quantidades maiores de animais em menores áreas, agregando, dessa forma, uma maior quantidade de cabeças por m<sup>2</sup>, fazendo com que a propriedade se torne mais eficiente em seu sistema produtivo (BELINO, 2011). Sua dieta é à base de concentrados (ração e suplementos minerais) e volumosos (silagem ou feno).

Segundo Medeiros (2013), ao alimentar os animais no cocho, o produtor visa atender à demanda produtiva de carne bovina nos períodos de diminuição da oferta, geralmente durante os meses com pouca precipitação e época de escassez de pastagens. Esse modelo de produção começou a ganhar destaque no Brasil na década de 1980.

Nos confinamentos, o estresse térmico pode comprometer o bem-estar dos animais, o que leva a diminuição dos ganhos diários de peso pela redução do consumo de alimento, degradando também o acabamento de carcaça dos bovinos sujeitos a esta condição (LEÃO, 2016).

O controle do bem-estar dos animais em ambiente de confinamento é de inteira responsabilidade do homem, pois é este quem disponibiliza os recursos básicos para este fim. Como opção para controle do bem-estar em animais confinados, está a utilização de animais oriundos de cruzamentos ou nativos de climas tropicais, pois estes se adaptam melhor as condições impostas pelo clima assim como apresentam melhor desempenho em relação a produção (PEREIRA, 2005).

Normalmente, a produção através do confinamento é mais realizada no Brasil durante o período de seca, tendo por objetivo alcançar ganhos elevados de peso para o abate durante a entressafra, o que assegura a comercialização da carne bovina no momento em que a mesma atinge os seus valores mais elevados (MEDEIROS, 2013). Nada impede que o confinamento seja feito durante o período das águas.

É de suma importância que a localização do confinamento seja escolhida de maneira estratégica, para que seja uma área que venha a facilitar a aquisição e venda de animais, além da compra de insumos utilizados na atividade produtiva. É mais aconselhável que as instalações não sejam nos limites de rodovias para impedir eventuais contaminações e estresse dos animais, exigindo-se um projeto global (OLIVEIRA, 2017).

No ambiente de confinamento é preciso dispor de espaços destinados para cada uma das atividades desenvolvidas, como local apropriado de manejo, produção, preparação da ração, estocagem dos insumos, galpões para acomodar as máquinas e equipamentos, e local de engorda, que deve ser provido de sistema de drenagem da urina e fezes (MOREIRA, 2010).

De acordo com Oliveira (2017), existe uma redução dos preços para o consumidor final quando a demanda da entressafra é suprida, tornando-se um produto mais acessível, pois caso houvesse produção apenas na safra, devido à sazonalidade, as oscilações de preço seriam altas, dificultando a comercialização da produção para o mercado interno.

No confinamento, os animais são inseridos com idade e peso variados. Segundo Moreira (2010), os animais ficam confinados em períodos que podem variar devido à sua

eficiência de transformação alimentar, de 60 a 120 dias, até que atinjam peso e acabamento desejado.

Para Karpinski (2017), a criação e terminação de bovinos em sistema intensivo é uma ação há pouco tempo adotada no Brasil, visto que possui muita área territorial e clima propício à atividade pecuária. Para efetivação do confinamento, faz-se necessário pequeno espaço, planejamento, alto valor de investimento em curto espaço de tempo, fazendo com que o sistema ainda seja pouco atrativo.

O sistema extensivo é prevalecente no Brasil, sendo que cerca de 90 % dos animais são abatidos após terminação realizada exclusivamente a pasto. Segundo Alencar e Pott (2003), a engorda é a atividade definida pela aquisição de novilho magro, produção e venda do novilho gordo. Somente 10 % do rebanho é terminado em sistemas semi-intensivo e intensivo, que têm custos de produção consideravelmente maiores. O Gráfico 2.3 representa o número de bovinos confinados no Brasil e o número de abates:

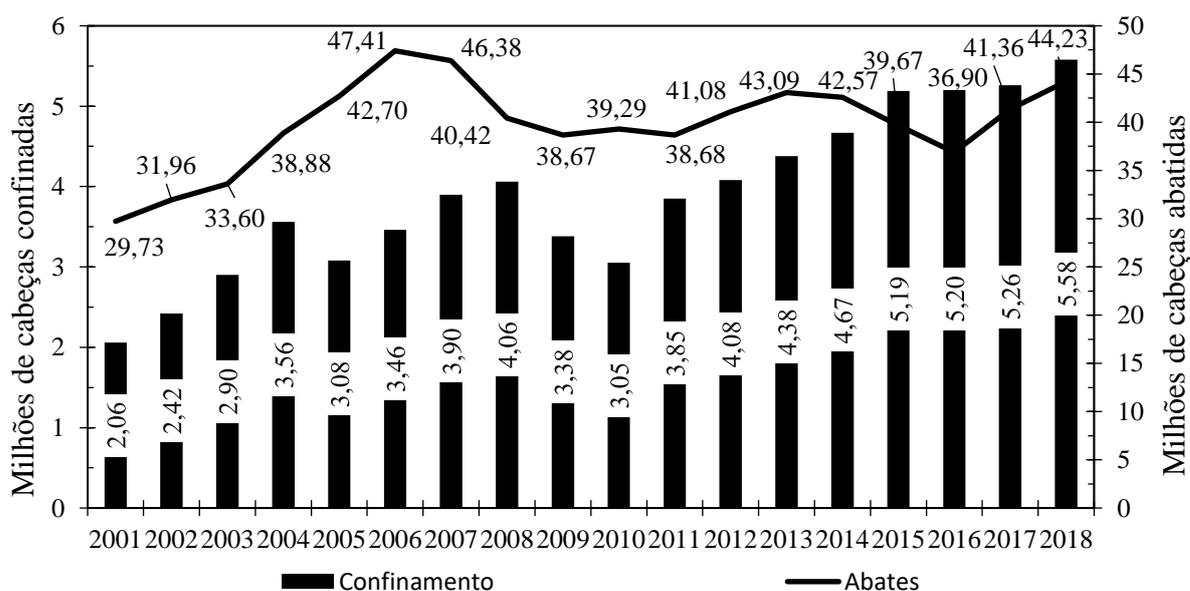


Gráfico 2.3 - Indicadores entre bovinos confinados e abatidos no Brasil  
Fonte: ABIEC (2019)

De acordo com os dados apresentados no Gráfico 2.3, o percentual de animais abatidos oriundos de confinamento tem participação de 12,61 % do total de produção, atualmente.

Karpinski (2017) fez um levantamento de todos os custos e despesas da propriedade rural estudada, demonstrando que o custo mais significativo é o que envolve a aquisição de animais, chegando a 78 %, seguida pela alimentação a base do alto grão, com 17 %. Utilizou técnicas de indicadores financeiros e o CAPM (*Capital te asset pricing model*) para avaliar a viabilidade do confinamento como estratégia de terminação de bovinos. O cálculo apresentado

de “margem líquida” mostrou resultados satisfatórios, comprovando a viabilidade do investimento. Era esperado um valor mínimo de CAPM de 4,14 % ao trimestre, e conseguiu-se o resultado de 12,14 % para igual período, afirmando a viabilidade da continuidade do confinamento de bovinos.

Em contrapartida, Pacheco *et al.* (2006) relataram que a alimentação de bovinos de corte em confinamento é um componente que supera 70 % dos custos de produção, desconsiderando o valor da compra do animal.

A dieta bovina no confinamento é constituída, basicamente, por um alimento volumoso, fornecido de forma *ad libitum* (à vontade), e uma fração de alimento concentrado. São classificados como volumosos os alimentos com teor de fibra bruta como base da matéria seca acima de 18 %, que pode ser acrescida de alimentos de lenta digestão, o que ocupa espaço no trato gastrointestinal (MERTENS, 1996).

Preston (1998) afirmou que a oferta de grande quantidade proporcional de concentrado em dietas de terminação de bovinos se justifica pelos ótimos resultados obtidos, como ganho rápido de peso, redução no tempo para terminação e abate, menor custo de mão-de-obra e produto final uniforme.

Em sua pesquisa, Missio *et al.* (2009) avaliaram a terminação de bovinos submetidos a dietas com níveis crescentes de concentrado (22, 40, 59 e 79 %) e concluíram que os custos com mão-de-obra, equipamentos e volumosos baixaram à medida em que houve o aumento do concentrado na dieta. Porém, embora o desempenho animal tenha aumentado junto com o acréscimo de concentrado, houve expressiva redução da lucratividade na terminação dos animais.

Almeida e Azevedo (1999) relataram, assim como Fachinetto e Brisola (2018), que a bovinocultura de corte no Brasil avançou grandemente em tecnologia, buscando sistemas de produção que potencializam a utilização de recursos operacionais, tecnológicos, socioeconômicos, ambientais e genéticos, que mostraram maior eficácia e lucratividade na utilização do confinamento. Almeida e Azevedo (1999) observaram ainda que sua viabilidade econômica demanda um foco empresarial com técnicas de planejamento, gerenciamento e comercialização, pois apenas o aspecto tecnológico não é suficiente para garantir lucratividade no confinamento.

## 2.5. CONSIDERAÇÕES

Observa-se que o Brasil, mesmo sendo o maior exportador de carne bovina e possuindo o segundo maior rebanho mundial, possui baixa produtividade, quando comparado aos EUA e demais países desenvolvidos. Isso se dá pela deficiência nas práticas de manejo e à baixa utilização de tecnologias em seus sistemas de produção.

O mercado atendido pela carne brasileira é, quase em sua totalidade, composto por países em desenvolvimento e pouco exigentes no quesito qualidade da carne. Isso é notado pelo fato de não haver volume de exportação para países desenvolvidos, os quais exigem carnes nobres e de maior qualidade.

O Brasil possui potencial para melhora de sua qualidade de carne, com adequação de manejo, uso de tecnologias, nutrição animal e, principalmente, se atentando ao bem-estar animal, que foi identificado como fator essencial para maior produtividade e qualidade animal. Para isso, deve-se investir no bem-estar animal, com técnicas principalmente de atenuação ao estresse térmico, haja visto que a maior concentração do rebanho bovino de corte brasileiro está localizada nas regiões centro-oeste e norte do país, locais com temperaturas elevadas e condições estressantes ao rebanho. Dentre as técnicas para tal adequação do conforto do rebanho, está a utilização de árvores e/ou florestas com ambientes de pastagens e a utilização de coberturas artificiais, seja por barracões ou telas, para ambientes de confinamento, tanto para gado de corte como leiteiro. Assim, o Brasil pode aumentar seu volume de exportação, além de comercializar sua carne com países mais exigentes, o que acarreta em maior preço agregado ao produto e conseqüentemente maior receita em exportação.

O Brasil sofreu diminuição de suas áreas destinadas a criação de bovinos para aumentar a produção de grãos (soja, milho, etc.), além do aumento das áreas urbanas, tendo o desafio de aumentar sua produção pecuária com menores espaços físicos. Para isso, os pecuaristas têm buscado nos últimos anos, tecnologias alimentares e boas práticas de manejo, o que se relaciona com o bem-estar animal. Essa demanda crescente tem impulsionado a produção intensiva de bovinos, onde os animais recebem sua alimentação no cocho e podem ser alojados em pequenas áreas de terra, tendo rápido ganho de peso e controle na fase de terminação/pré-abate.

Por se tratar de um estudo bibliográfico, foram utilizados dados apresentados por autores em seus experimentos, que geraram um indicador de decréscimo na produtividade em função da ausência de sombra e bem-estar, no valor de 9,74 %, quando comparado aos ganho de peso dos animais com disposição à sombra, indicado na Tabela 2.7. Este parâmetro foi utilizado no

capítulo 4 desta dissertação, considerando o ganho de peso médio diário do animal com acesso a sombra, de 1,500 kg, mediante dieta formulada para este fim.

### **3. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA: INFLUÊNCIA SOBRE O CONFORTO TÉRMICO BOVINO**

#### **3.1. INTRODUÇÃO**

Um dos maiores exportadores de carne bovina do mundo, o Brasil, conta com cerca de 60 % de seu rebanho em regiões de clima característico tropical em diversos modelos de produção, tendo a pastagem como predominante (ARANHA, 2017).

Boa parte das pastagens da região central do país encontram-se sob condições climáticas estressantes de forma mediana e severa aos animais (ARANHA *et al.*, 2019). Como o estresse térmico envolve o conceito de bem-estar animal e influencia diretamente em seu desempenho produtivo, a produção em regiões tropicais deve ser conduzida de forma a evitar que o rebanho sofra pelo excesso de calor.

Devido à necessidade de avaliações climáticas em condições de sistemas de tratamento bovino, justifica-se a realização desta pesquisa.

Tem-se como objetivos:

- Caracterizar o clima local em Sinop – MT;
- Produzir dois modelos de barracão de sombreamento artificial (com telhas metálicas e com aditivo de placa solar fotovoltaica) em escala reduzida, de tratamento bovino, e um tratamento a pleno sol, que podem ser utilizados em confinamentos na região;
- Projetar e confeccionar dispositivos para medição das condições térmicas e climatológicas dos modelos de tratamento;
- Analisar o grau de conforto térmico para os modelos de tratamento a pleno sol, com barracão e barracão com placa solar fotovoltaica.

#### **3.2. REVISÃO DE LITERATURA**

##### **3.2.1. Área de estudo**

O Brasil possui área territorial de 8.510.820 km<sup>2</sup> distribuídos em 26 estados e um Distrito Federal. O estado do Mato Grosso está localizado na região centro-oeste do país.

O estado do Mato Grosso possui área total de 903.357 km<sup>2</sup> distribuídos entre seus 141 municípios, com população estimada para o ano de 2018 de 3.441.998 habitantes (IBGE, 2019).

O município de Sinop, localizado na região médio-norte do estado do Mato Grosso (Figura 3.1), possui área territorial de 3.941,958km<sup>2</sup>, população estimada em 2018 de 139.935 pessoas e está localizado em latitude -11,8707568°, longitude -55,5728602° e altitude de 367 metros (IBGE, 2019).

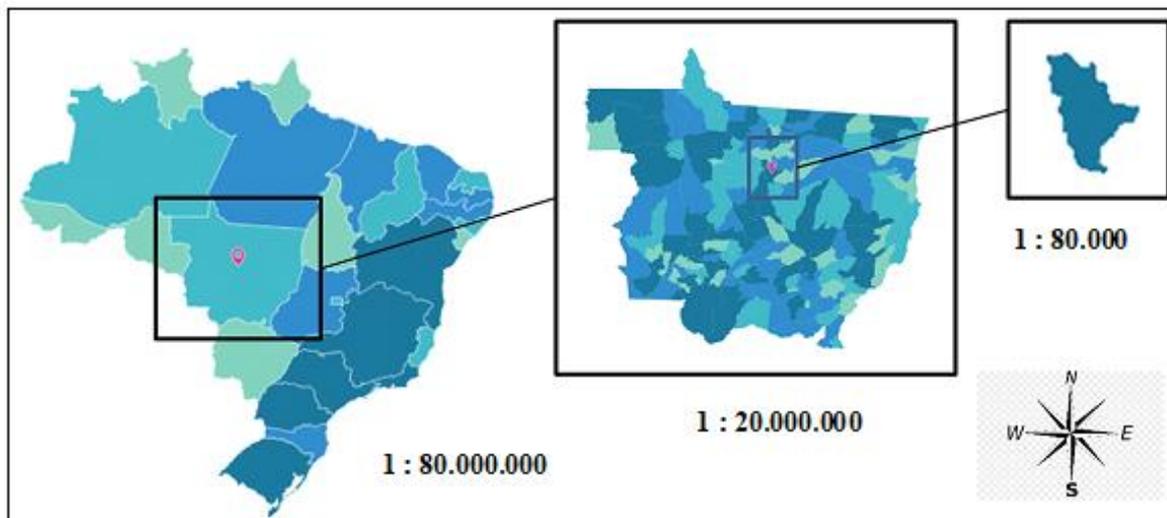


Figura 3.1 - Localização do município de Sinop – MT  
Fonte: Adaptado de IBGE (2019)

### 3.2.2. Climatologia local

O mapa mundial da classificação climática de Köppen, apresentado por Peel *et al.* (2007), mostra o município de Sinop localizado na região do globo denominada **Aw**, conforme Figura 3.2, que indica clima tropical com estação seca de inverno (chuvas no verão). De acordo com Ayoade (2004), o clima tropical é definido por alta insolação recebida nos trópicos e altas temperaturas do ar, além de chuvas localizadas em sua distribuição espacial.

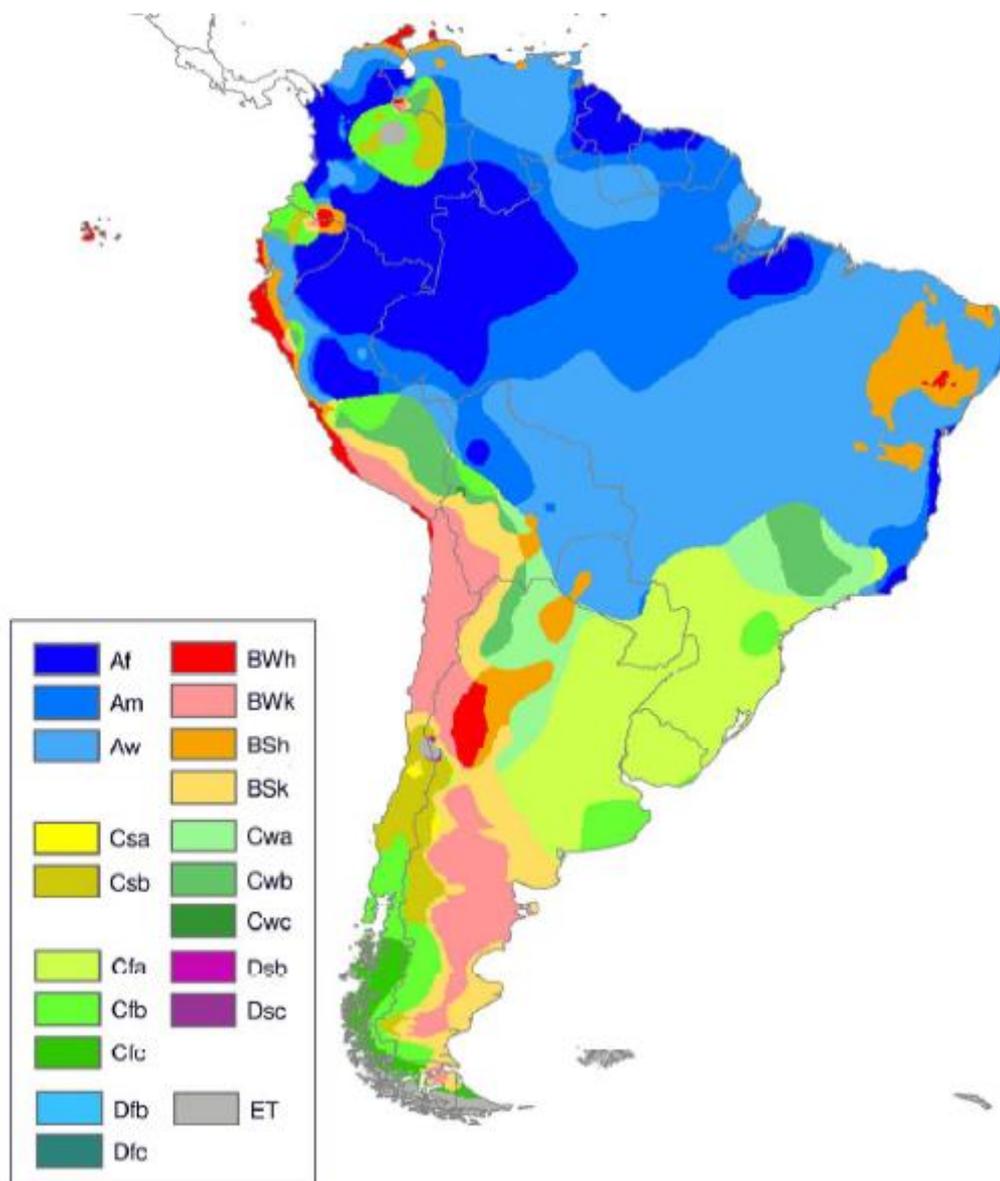


Figura 3.2 - Classificação climática de Köppen na América do Sul  
 Fonte: Peel *et al.* (2007)

A estação meteorológica A917 do INMET (2019) localizada em Sinop, indicou temperaturas médias de até 25 °C, com mínimas de 18 °C e máximas de 39 °C, para o ano de 2018, conforme ilustrado no Gráfico 3.1.

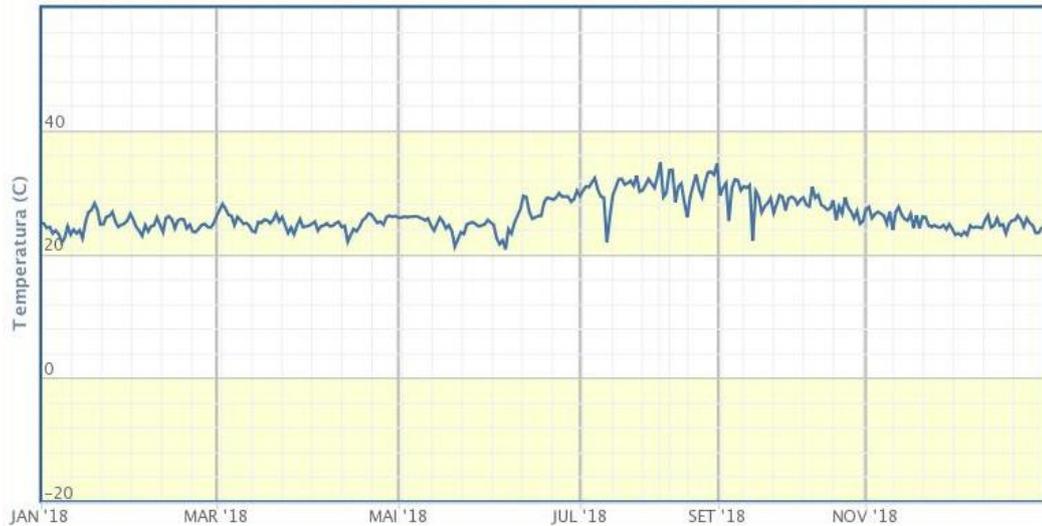


Gráfico 3.1 - Temperatura média anual em Sinop no ano de 2018  
 Fonte: INMET (2019)

Com estações bem divididas, o verão da região é caracterizado pelo período das águas, que vai do mês de novembro a abril, e o inverno é caracterizado pela seca, como demonstra o Gráfico 3.2.

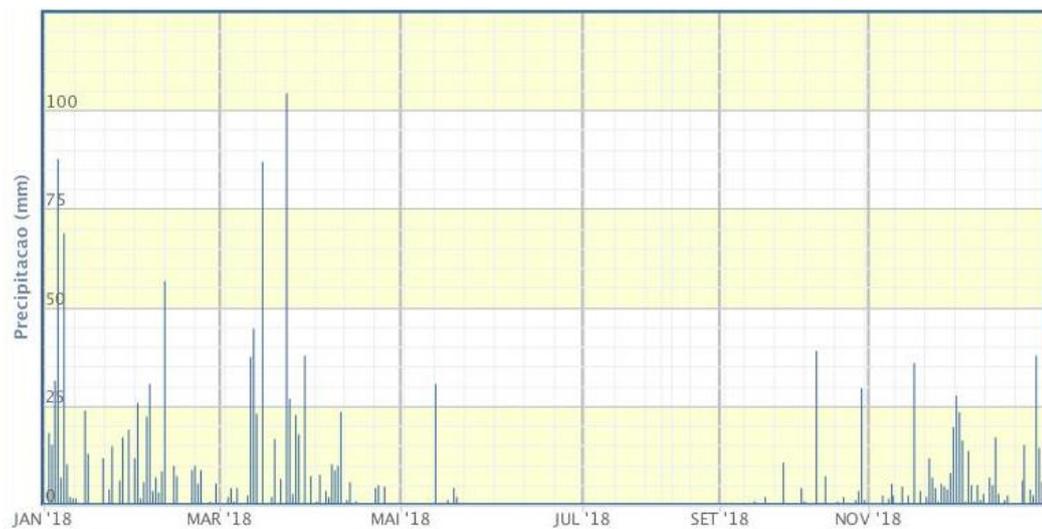


Gráfico 3.2 - Precipitação média anual em Sinop no ano de 2018  
 Fonte: INMET (2019)

Os níveis de conforto térmico levam em conta a umidade e temperatura do ar, e são baseados na temperatura de ponto de orvalho, que influencia na evaporação do suor da pele para refrigeração corporal (AYOADE, 2004). A temperatura do ponto de orvalho é a temperatura na qual, o vapor d'água contido no ar do ambiente, passa do estado gasoso para líquido, em forma de gotas, por meio da condensação, tendo o nome de orvalho. Por ter baixa média de temperatura de ponto de orvalho, Sinop é uma cidade “abafada”, e provoca a sensação

de clima seco. No ano de 2018, segundo INMET (2019), a máxima temperatura de ponto de orvalho registrada foi de 23 °C, indicado no Gráfico 3.3.



Gráfico 3.3 - Temperatura de ponto de orvalho média anual em Sinop no ano de 2018  
Fonte: INMET (2019)

Em virtude das chuvas mais intensas entre os meses de setembro e maio, a umidade relativa do ar aumenta, baixando apenas no período de estiagem. Dessa forma, segundo Ayoade (2004), tendo umidade do ar alta durante a maior parte do ano e baixo ponto de orvalho, a sensação de conforto térmico em Sinop é ruim.

A amostra temporal da umidade relativa do ar no ano de 2018 é ilustrada no Gráfico 3.4



Gráfico 3.4 - Umidade relativa do ar média anual em Sinop no ano de 2018  
Fonte: INMET (2019)

Entre os meses de maio e outubro a umidade relativa do ar é baixa, crescendo nos períodos chuvosos, entre novembro e abril. Esta característica regional faz com que já seja esperado, durante a estiagem, dias mais secos, para considerar a variável umidade relativa baixa no conforto térmico animal.

Quanto a radiação solar, a região de Sinop é provida de alta incidência durante o ano todo, sendo essa maximizada durante a estiagem. Os altos índices de radiação solar podem ser aproveitados para conversão em energia elétrica, o que traz muitos benefícios para a região, porém são prejudiciais quando trata-se de conforto térmico. O Gráfico 3.5 ilustra a distribuição temporal da radiação solar em Sinop. Nota-se, entre os meses de junho e setembro, os maiores índices de radiação solar, sendo amenizados durante o restante do ano. Este índice é muito utilizado para verificação de conforto térmico animal para se determinar a carga térmica radiante (SOUZA *et al.*, 2002). Pode-se então, imaginar que, a maior carga térmica radiante se dá nos períodos onde os índices de radiação solar são mais elevados.

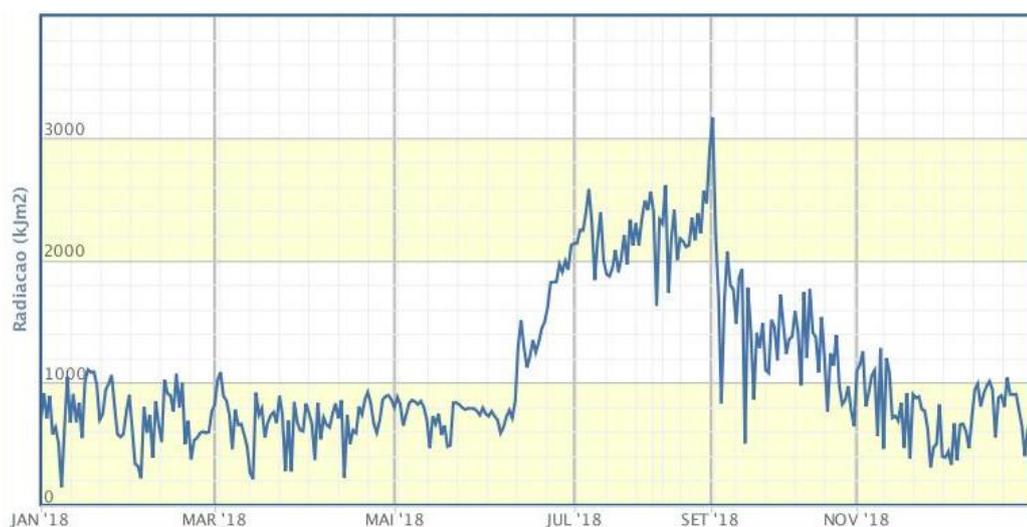


Gráfico 3.5 - Radiação solar média anual em Sinop no ano de 2018

Fonte: INMET (2019)

No tocante ao vento, Sinop possui baixa média anual, em torno de 2 m/s, o que implica em pouca troca térmica por movimentação de massas de ar, com máxima de 7 m/s, tornando o clima com a sensação de quente. O Gráfico 3.6 ilustra as medições no ano de 2018, onde nota-se pouca variabilidade ao longo do ano.

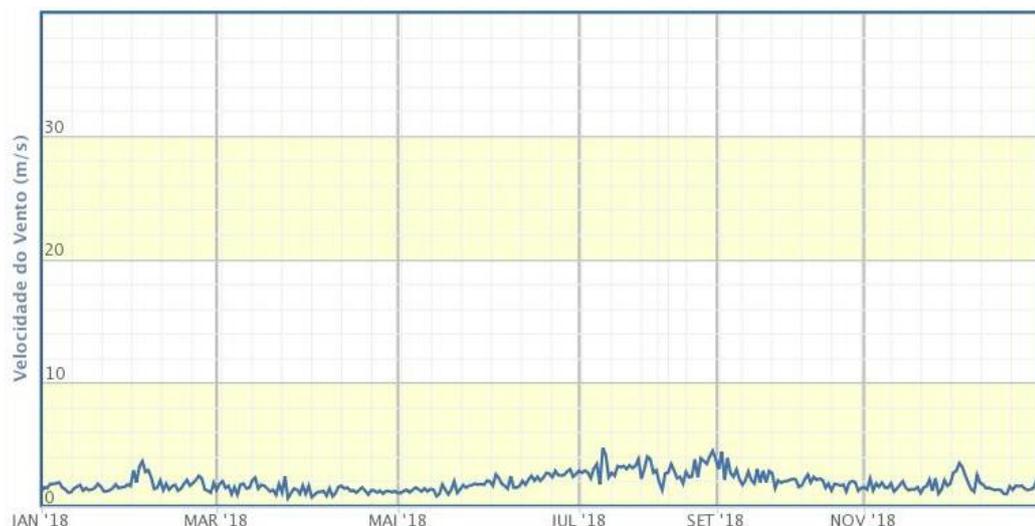


Gráfico 3.6 - Velocidade do vento média anual em Sinop no ano de 2018  
Fonte: INMET (2019)

A velocidade do vento é um fator muito importante para o conforto térmico, pois auxilia a troca térmica entre animal e ambiente, deixando a sensação de menor temperatura.

Para Deminicis e Martins (2014), os animais podem trocar energia térmica com o meio por troca de calor sensível (mecanismos de condução, convecção e radiação) e por troca de calor latente (evaporação cutânea ou respiratória). Para ocorrer uma troca sensível, faz-se necessário que exista uma diferença de temperatura entre o animal e o meio, uma boa condição de velocidade do vento e a umidade relativa do ar (BRIDI, 2006). A perda de calor latente por evaporação está relacionada somente à umidade relativa do ar.

### 3.2.3. Índices de Conforto Térmico e Bem-estar Animal

O primeiro parâmetro criado para medir conforto térmico relaciona umidade relativa do ar e a temperatura do ar, chamado de Índice de Temperatura e Umidade (ITU).

Utilizando a equação proposta por Thom (1958)<sup>2</sup> *apud* Silva (2000), o índice de temperatura e umidade (ITU) pode ser obtido através da equação 3.1 a seguir:

$$ITU = T_a + 0,36.T_o + 41,5 \quad (3.1)$$

onde:  $T_a$  é a temperatura do ar e  $T_o$  é a temperatura do ponto de orvalho, ambas em graus Celsius (°C).

<sup>2</sup> THOM, E. C. The Discomfort Index. **Journal Weatherwise**. v.12, p. 57 – 61, 1958.

De acordo com a *Lei de Dalton das pressões parciais*, a pressão atmosférica total é igual a soma das pressões de cada gás ou vapor presentes na atmosfera. Considera-se a pressão atmosférica ( $P_{atm}$ ) sendo composta pela pressão exercida por todos os gases presentes na atmosfera ( $P_{ar\ seco}$ ) mais a pressão do vapor d'água ( $e_a$ ):

$$P_{atm} = P_{ar\ seco} + e_a \quad (3.2)$$

A pressão parcial do vapor  $e_a$  varia desde zero (ar totalmente seco) até a pressão de saturação do vapor d'água ( $e_s$ ), que é totalmente dependente da temperatura do ar  $T$ , e pode ser descrita pela *equação de Tetens*:

$$e_s = 0,6108 \times 10^{\frac{7,5 \cdot T_a}{237,3 + T_a}} \quad (3.3)$$

onde  $T_a$  é a temperatura do ar [°C] e  $e_s$  [kPa].

Segundo Pereira *et al.* (2007), a umidade relativa do ar é definida por:

$$UR\% = \frac{e_a}{e_s} \cdot 100 \quad (3.4)$$

E finalmente, para o cálculo do ITU, a equação da temperatura do ponto de orvalho é expressa por:

$$T_o = \frac{237,3 \cdot \log\left(\frac{e_a}{0,6108}\right)}{7,5 - \log\left(\frac{e_a}{0,6108}\right)} \quad (3.5)$$

onde  $T_o$  é a temperatura do ponto de orvalho expressa em [°C],  $e_a$  em kPa e  $\log$  na base decimal (PEREIRA *et al.*, 2007).

Outro índice muito utilizado para mensurar o conforto térmico dos animais é o Índice de temperatura de globo negro e temperatura de ponto de orvalho, o ITGU (ALMEIDA, 2011).

Utiliza-se a equação de Buffington *et al.* (1981)<sup>3</sup> *apud* Silva (2000) para determinar o índice ITGU, conforme indicada a equação 3.6 a seguir:

$$ITGU = T_g + 0,36.T_o + 41,5 \quad (3.6)$$

onde:  $T_g$  é a temperatura de um globo negro em °C e  $T_o$  é a temperatura do ponto de orvalho em °C.

Também é muito utilizado o índice de Carga Térmica Radiante (CTR), que visa mostrar a radiação térmica total recebida no animal pelo ambiente onde ele está (SOUZA *et al.*, 2002). É a radiação total recebida por um corpo de todo o espaço circundante a ele, o que não engloba a troca líquida de radiação entre o corpo e seu meio circundante, mas inclui a radiação incidente no corpo.

A carga térmica radiante (CTR) foi calculada pela equação de Stefan-Boltzmann, proposta por Esmay (1978) *apud* Navarini *et al.* (2009), indicada na equação 3.7 a seguir:

$$CTR = \sigma . (TRM)^4 \quad (3.7)$$

onde: CTR é a carga térmica radiante [ $W.m^{-2}$ ],  $\sigma$  é a constante de Stefan-Boltzmann ( $5,67 \times 10^{-8} W.m^{-2}.K^{-4}$ ) e TRM é a temperatura radiante média [K], que representa a temperatura ambiente de uma circunvizinhança com a qual o globo negro troca energia (SOUZA *et al.*, 2002). A temperatura radiante média é expressa por:

$$TRM = 100. \left[ 2,51. v^{0,5}. \left( (T_g + 273) - (T_a + 273) \right) + \left( \frac{(T_g + 273)}{100} \right)^4 \right]^{1/4} \quad (3.8)$$

onde  $v$  é a velocidade do vento [m/s],  $T_g$  é a temperatura de globo negro [°C] e  $T_a$  é a temperatura do ar ambiente [°C].

---

<sup>3</sup>BUFFINGTON, D. E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**. v.24, n.3, p. 711 – 714, 1981.

### 3.3.METODOLOGIA

No intuito de avaliar as condições climáticas reais do local para os sistemas de tratamento abordados nessa pesquisa, optou-se pela experimentação prática das variáveis climáticas em três situações: a céu aberto, sob cobertura metálica e sob estrutura com cobertura metálica e utilização de placa solar fotovoltaica.

#### 3.3.1. Apresentação dos tratamentos

O presente estudo foi conduzido e organizado contemplando três tratamentos, sendo eles: CA – que é a avaliação das variáveis climáticas e ambientais para confinamento de bovinos de corte a céu aberto; CT – é a avaliação das variáveis climáticas e ambientais sob o protótipo de barracão de confinamento em escala reduzida com cobertura de telhas metálicas; e CP – é o tratamento onde são avaliadas as variáveis climáticas e ambientais sob o protótipo de barracão de confinamento em escala reduzida com cobertura de telhas metálicas com a adição de placa solar fotovoltaica em sua cobertura. A cobertura do barracão é utilizada no intuito de proporcionar sombra aos animais ali confinados, como também melhorar seu bem-estar e seu conforto térmico.

#### 3.3.2. Protótipos de barracão

Para o estudo dos três modelos de tratamento e coleta de dados ambientes individuais para simulação de bem-estar e conforto térmico para bovinos, foi necessário montar dois protótipos de barracão como forma de sombreamento para posterior coleta de dados climáticos em seu interior. O local de montagem foi no IFMT campus de Sinop, localizado na rua das Avencas, 2377, Setor Comercial, Centro, com latitude  $-11,8484948^{\circ}$  e longitude  $-55,5080534^{\circ}$ .

Antes da montagem, foi realizado um estudo de sombreamento da área coberta por meio de *software* de prototipagem digital com a construção dos modelos. Na Figura 3.3 as sombras estão dispostas por horários, da seguinte forma: 08:00 h; 10:00 h; 12:00 h; 14:00 h; 16:00 h e 17:00 h. Dessa forma pode-se perceber tanto a área quanto o tempo e horário de sombra sob os protótipos cobertos.

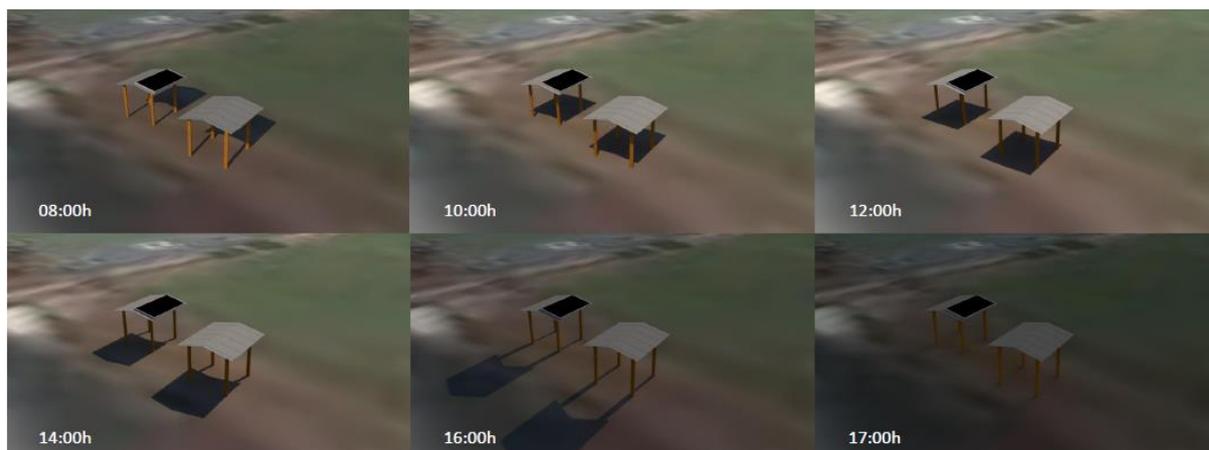


Figura 3.3 - Estudo de sombreamento em protótipo digital

Fonte: O Autor

Para que fosse proporcionada área de sombra suficiente para alojamento dos equipamentos de medição e maior tempo de sombra sob a cobertura, foi então definido o pé direito de 1,5 m com profundidade de engastamento de 0,5 m para ambos, para que pudessem acomodar os equipamentos de medição abaixo de sua cobertura a uma altura de 1,5 m do solo (comumente utilizada na altura do corpo do animal em estudo) (SOUSA *et al.*, 2015). Na construção de seus experimentos, Sampaio *et al.* (2011) também utilizaram pé direito de 1,5 m em seus protótipos, por se tratar de um protótipo em escala reduzida, com o intuito de avaliar a diferença climática interior entre os modelos construídos. A estrutura foi feita em madeira, com caibros e ripas, com uma face da cobertura na direção do norte geográfico, com ângulo de inclinação das telhas de 12° (igual a latitude do município de Sinop – MT). Foram utilizadas telhas metálicas onduladas galvalume, que são ligas metálicas com 55 % de alumínio, 43,5 % de zinco e 1,5 % de silício, com espessura de 0,38 mm, 1,05 m de largura e 1 m de comprimento (PERFILOR, 2019). Segundo Vaz (2007), as coberturas dos abrigos podem ser construídas de palha, de telha ou de zinco, para proteção contra as variações climáticas, proporcionando sombreamento e bem-estar aos animais ali confinados. Pelo fato das coberturas de barracões e abrigos de confinamento de gado da região serem frequentemente construídos com telhas metálicas, optou-se pelo uso deste mesmo modelo de telha na montagem dos protótipos.

Foi denominada protótipo 1 (P1) aquele composto por cobertura apenas por telhas metálicas e, protótipo 2 (P2) aquele equipado com a adição da placa solar fotovoltaica em sua cobertura de face norte, conforme Figura 3.4.



Figura 3.4 - Protótipos de barracões em escala reduzida montados em Sinop  
Fonte: O autor

Para cada protótipo de barracão em escala reduzida, foram usados os materiais descritos na Tabela 3.1. As dimensões de construção estão indicadas no Apêndice A.

Tabela 3.1 - Lista de materiais para confecção do protótipo de barracão

DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.
Caibro 5x5 cm	Metro	12,6
Ripa 2,5x5 cm	Metro	10,0
Telha Galvalume 0,38mm x 1m	Metro	4,0
Cumeeira Galvalume 0,38mm x 0,6m	Unidade	2,0
Parafuso para telha	Unidade	20,0
Prego 17x27	Unidade	36,0

Fonte: O Autor

A placa solar fotovoltaica utilizada na cobertura de P2 é da marca Astronergy, modelo STAVE II 330W, com 1,94 m de comprimento, 0,99 m de largura e 0,040 m de altura, com bordas em alumínio, com película de vidro de 3,2 mm para proteção das células fotovoltaicas, potência elétrica nominal de 330 Wp, tensão nominal de 37,15 V e corrente de 8,89 A, tensão de circuito aberto de 45,86 V e corrente de curto-circuito de 9,52 A, tendo como eficiência do módulo 17,1 %.

### 3.3.3. Estação Meteorológica

Para obtenção de medidas climáticas locais, fez-se necessário a montagem de equipamentos de medição para que ficassem acomodados abaixo de cada protótipo. Foi denominada estação 1 (E1) o equipamento montado para coletar dados da P1 (que contempla os tratamentos CA e CT), e estação 2 (E2) o equipamento para coletar dados da P2 (para o tratamento CP).

A estação meteorológica foi utilizada para coletar medidas de temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura de globo negro, radiação solar global, velocidade do vento e temperatura das telhas, para posterior cálculo dos índices de conforto térmico.

Nos sub-itens a seguir, descreve-se as ferramentas, componentes e métodos utilizados para o desenvolvimento das estações meteorológicas para este estudo.

#### 3.3.3.1. Plataforma Arduíno

Na montagem de sua estação meteorológica de baixo custo, Sousa *et al.* (2015) utilizaram a plataforma Arduíno para processar e armazenar dados dos sensores utilizados, da mesma forma como feito por Casagrande e Severo (2018).

O Arduíno é uma plataforma de computação física de fonte aberta que pode ser utilizado para desenvolver projetos interativos independentes ou conectados a *softwares* de computador (BANZI, 2012). É classificado quanto ao microcontrolador montado na plataforma, tendo como base o ATmega328 (Arduino Uno) que proporciona 14 entradas/saídas digitais, 6 entradas analógicas, 6 saídas analógicas, com 2 kB de memória RAM, 32 kB de memória *Flash*, *Clock* de 16 MHz e são alimentados por tensão de 9 V (MONK, 2017).

Para Ortiz *et al.* (2017), estes modelos de microcontroladores da série ATmel da AVR se tornaram muito populares devido seu baixo consumo de energia, facilidade de configuração e programação, uso simplificado de sua IDE (*Integrated Development Environment*) e baixo custo de mercado.

Foram escolhidas como unidade de processamento das estações, duas plataformas Arduíno Uno R3 devido seu baixo custo para aquisição, memória de programa suficiente para o trabalho realizado, além de sua confiabilidade já demonstrada por outros autores. A plataforma é ilustrada na Figura 3.5.

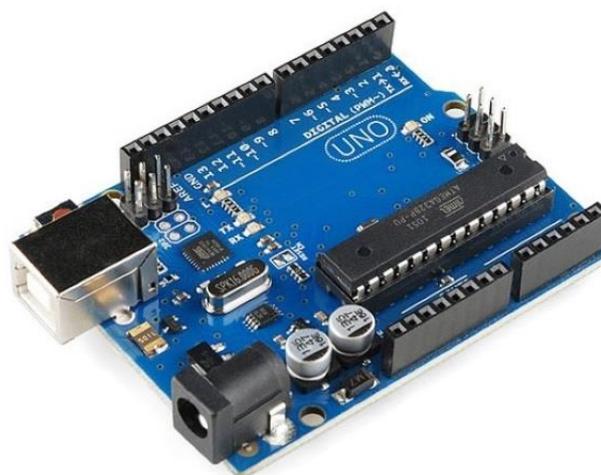


Figura 3.5 - Plataforma Arduino Uno R3  
Fonte: FILIPEFLOP (2019)

### 3.3.3.2. Datalogger

Segundo Araújo *et al.* (2016), o *Datalogger* é um instrumento eletrônico que registra dados em um período de tempo para análises posteriores. Os autores construíram esse equipamento utilizando como base a plataforma Arduino.

Dessa forma, para armazenamento das informações, foi montado em cada estação um *Datalogger* de baixo custo construído com uma plataforma Arduino Uno, módulo RTC (*Real Time Clock*) e módulo gravador de cartão micro SD. O processo de captação dos dados e armazenamento dos dados foi projetado com periodicidade de 30 segundos.

Foi escolhido o RTC DS3231 pelo seu baixo custo e alta confiabilidade, que é capaz de fornecer informações de dia, mês, ano, hora, minuto e segundo, com correções de meses com menos de 31 dias e anos bissextos. Possui bateria integrada para evitar perda de dados em caso de queda de energia do sistema no qual está montado.

O RTC DS3231 funciona com interface de comunicação serial I<sup>2</sup>C que utiliza a via SDA para transmissão de dados e SCL para *Clock* (SOUSA *et al.*, 2013). Segundo Monk (2015), o I<sup>2</sup>C utiliza dois fios para transmitir e receber dados (por isso o nome interface de dois fios). Essas duas linhas são chamadas de *Serial Clock Line* (SCL, ou linha serial de relógio) e *Serial Data Line* (SDA, ou linha serial de dados). No Arduino Uno, os pinos de SDA e SCL são A4 e A5 respectivamente. Para utilização no Arduino, é utilizada uma biblioteca especificamente para o RTC para tratamento dos dados e configuração da comunicação serial. A Figura 3.6 ilustra as faces frontal e traseira do módulo RTC.



Figura 3.6 - Faces do módulo RTC DS3231  
Fonte: FILIPEFLOP (2019)

Para armazenamento dos dados no *Datalogger*, foi utilizado um Módulo cartão Micro SD para comunicação com o Arduíno. Este módulo funciona com interface de comunicação serial SPI e lê e escreve em cartões Micro SD com sistema de arquivos FAT16 ou FAT32.

Segundo Monk (2015), no Arduíno Uno, os sinais SCK (*Serial Clock*, ou relógio serial), CS (*Slave Select*, ou seletor de escravo), MISO (*Master In Slave Out*, ou entrada de mestre saída de escravo) e MOSI (*Master Out Slave In*, ou saída de mestre entrada de escravo) utilizados para comunicação SPI, são conectados com os pinos D13, D10, D12 e D11, respectivamente. Os dados são transmitidos e recebidos ao mesmo tempo pelo mestre (Arduíno) e pelo escravo (Módulo SD). Enquanto o mestre envia um bit de seu pino MOSI para o respectivo MOSI do escravo, um outro bit é enviado pelo pino MISO do escravo para o MISO do mestre. Em sua utilização com o Arduíno, faz-se uso de uma biblioteca para configuração da comunicação serial. A Figura 3.7 ilustra o Módulo cartão Micro SD.



Figura 3.7 - Módulo cartão Micro SD  
Fonte: FILIPEFLOP (2019)

### 3.3.3.3. Sensores de temperatura e umidade relativa do ar

Para mensurar a temperatura e a umidade do ar, Sousa *et al.* (2015) utilizaram o sensor DHT22 AM2302 e verificaram que a dispersão de temperatura e umidade estão próximas do modelo, com erro de 0,09% para temperatura, já para umidade relativa, com erro de apenas 0,15%.

Dessa forma, foi escolhido o sensor DHT22 AM2302 para fazer leitura de temperatura e umidade do ar debaixo de cada protótipo e também a céu aberto, totalizando 3 sensores para medição.

Segundo Aosong (2019), o sensor DHT22 tem como faixa de medida de umidade relativa do ar de 0 a 100 % com precisão de  $\pm 2\%$  UR, e tem como faixa de medida de temperatura do ar de  $-40$  a  $+80$  °C com precisão de  $\pm 0,5$  °C. O sensor possui apenas um conector de sinal digital que é interpretado pelo Arduíno por meio de uma biblioteca capaz de analisar seus sinais retornando os respectivos valores de temperatura e umidade. A Figura 3.8 ilustra o sensor DHT22.

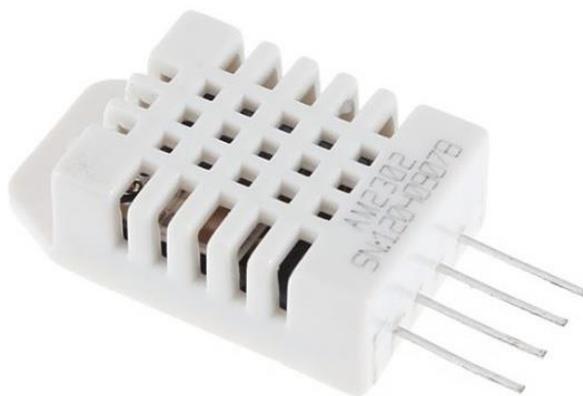


Figura 3.8 - Sensor de umidade e temperatura do ar DHT22 AM2302  
Fonte: FILIPEFLOP (2019)

Para fixação e acomodação dos sensores na estação, foi utilizada uma estrutura em PVC, conforme descrito por Hirashima e Assis (2011), com intuito de sombrear a abertura destinada ao sensor e proporcionar circulação de ar em seu interior, evitando que raios solares atinjam diretamente o sensor ali alojado, não influenciando assim nas grandezas medidas.

Os abrigos dos sensores foram construídos com tubo PVC de Ø40 mm fechado nas extremidades e perfurações para entrada de ar, protegidos por outra estrutura em tubo PVC de Ø100 mm com fechamento superior. Todos os materiais usados foram de cor branca, escolhidos

com o intuito de não absorver radiação térmica, e foram posicionados a uma altura de 1,5 m do solo. A estrutura dos abrigos é mostrada na Figura 3.9.



Figura 3.9 - Abrigo para sensor de temperatura e umidade do ar  
Fonte: O Autor

#### 3.3.3.4. Anemômetro

O anemômetro é um instrumento de medição utilizado para verificação da velocidade do vento. O modelo mais utilizado é do tipo rotativo de conchas (ou copos), visando à conversão eólico-elétrica para medição. Operam de forma que a velocidade angular de rotação de seu eixo varie linearmente com a velocidade do vento. O modelo de conchas possui boa exatidão e menor preço (PINHO, 2008).

Em sua pesquisa, Casagrande e Severo (2018) utilizaram anemômetro rotativo de conchas igualmente espaçadas sobre um eixo girante para medir a velocidade do vento em sua estação meteorológica.

Optou-se pela utilização do anemômetro rotativo de conchas de alumínio modelo SV10 da USINAINFO mostrado na Figura 3.10, com sensor magnético para detecção de voltas do eixo e transmissão de sinais digitais (pulsos), que é capaz de medir velocidades de vento de 0 a 120 km/h (USINAINFO, 2019). O código do Arduíno para leitura do sensor é fornecido pelo fabricante e pode ser modificado de acordo com as necessidades da estação.



Figura 3.10 - Anemômetro rotativo de conchas SV10  
Fonte: USINAINFO (2019)

### 3.3.3.5. Termômetro de Globo Negro

O termômetro de globo negro ou globotermômetro fornece, segundo Marcheto *et al.* (2002), numa só medida, indicação dos efeitos combinados de temperatura do ar, temperatura radiante e velocidade do vento, além de indicar uma temperatura indireta do calor radiante do ambiente, onde a leitura é expressa em termos de temperatura de globo negro ( $T_{gn}$ ) com unidade de medida em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ).

De acordo com Serway e Jewett Jr. (2007), radiação térmica é a energia emitida por um corpo em qualquer temperatura. Na temperatura ambiente, os comprimentos de onda da radiação térmica estão na região infravermelha, não sendo possível sua observação pela vista humana. Neste contexto, um corpo negro ideal deve ser capaz de absorver toda a radiação que incide sobre sua superfície (não sendo capaz de refletir essa radiação incidente) até que esse corpo atinja equilíbrio térmico, passando então a emitir radiação térmica na mesma taxa em que absorve.

Na confecção do globo negro, de forma padronizada, utiliza-se uma esfera oca de cobre com 0,15 m de diâmetro e 0,0005 m de espessura, pintada externamente com duas camadas de tinta preta fosca para maximizar a absorção da radiação solar, sendo alojado em seu interior um termômetro para leitura da temperatura (SOUZA *et al.*, 2002).

Em busca de formas alternativas de baixo custo para confecção de globos negros, Hirashima e Assis (2011) utilizaram bolas de tênis de mesa com diâmetro 40 mm pintadas na cor grafite claro, e mostraram que os valores medidos pelos termômetros de globo têm correlação entre si. De forma análoga, Souza *et al* (2002) utilizaram globos de PVC oco com 36 mm de diâmetro e 0,5 mm de espessura (PP), 115 mm de diâmetro e 0,5 mm de espessura

(PM) e 150 mm de diâmetro e 0,5 mm de espessura (PG), obtendo respectivamente valores de  $R^2$  iguais a 0,9964 (PP), 0,9982 (PM) e 0,9988 (PG) quando correlacionados com o globo padronizado de cobre. Passini *et al.* (2013) obtiveram temperatura de globo negro utilizando termômetros de globo confeccionados com esferas de plástico (boia de caixa d'água) pintadas na cor preta fosca alojando termômetro em sua região interna central.

Dessa forma, foram utilizados para confecção dos globos, boias de caixa d'água de plástico no formato cilíndrico, com 100 mm de diâmetro e 1 mm de espessura, pintadas na cor preto fosco, alojando em seu interior o sensor de temperatura digital DS18B20. O globo negro externo foi montado a uma altura de 1,5 m do solo e os globos montados abaixo das coberturas ficaram posicionados no centro da maquete e uma distância de 10 cm do telhado, conforme Figura 3.11.



Figura 3.11 - Etapas de confecção do globo negro  
Fonte: O Autor

A seleção do sensor de temperatura DS18B20 (Figura 3.12) se deu pelo fato de possuir pequena dimensão (o que facilita sua fixação no interior da esfera por um pequeno orifício), pela sua estabilidade, estrutura em aço inoxidável, faixa de medição de temperatura de  $-55^{\circ}\text{C}$  a  $125^{\circ}\text{C}$ , precisão de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  com sua ponta de contato de  $\varnothing 6\text{mm}$  e comprimento 50mm, além de seu baixo custo de aquisição

Martinazzo e Orlando (2016) testaram os sensores analógicos NTC10k, LM35 e o sensor de temperatura digital DS18B20. Concluíram que o sensor mais estável e confiável foi o DS18B20, com leituras extremamente precisas, citando ainda o sensor LM35 como ruidoso e com variabilidade de leitura.

O Arduíno interpreta os dados digitais do sensor por meio de uma biblioteca *Dallas Temperature* incorporada ao *software* de programação.

Os mesmos sensores foram utilizados para verificação da temperatura das telhas de cobertura dos protótipos de barracão, pois fez-se necessária escolha de sensores com maior área de contato e que melhor se acomodassem a estrutura, sendo fixado na parte inferior da telha.



Figura 3.12 - Sensor de temperatura DS18B20  
Fonte: FILIPEFLOP (2019)

Na fixação do sensor a telha, foi utilizada espuma isolante térmica de tubulação de ar condicionado partido ao meio para que o sensor não sofresse interferência da temperatura do ar e percebesse apenas a temperatura da telha, como mostrado na Figura 3.13. Foi montado um sensor na telha face norte do protótipo 1 e um sensor na telha face norte do protótipo 2 (com cobertura de painel solar fotovoltaico).



Figura 3.13 - Materiais de métodos de acomodação do sensor DS18B20 à telha  
Fonte: O Autor

#### 3.3.3.6. Sensores de radiação solar

Os equipamentos de uso profissional para fins de medição de radiação solar são chamados de piranômetros, utilizados para medidas de irradiação global, e os pireliômetros, utilizados para medidas de irradiação direta (PINHO e GALDINO, 2014). Os piranômetros

podem ser termoeletrônicos ou fotovoltaicos. Os modelos termoeletrônicos utilizam como princípio de funcionamento termopares ligados em série com junção quente negra voltada ao sol e junção fria na parte inferior. Já os modelos fotovoltaicos utilizam pequenas células fotovoltaicas para perceber a irradiância solar direta e difusa (global).

Vieira *et al.* (2015) utilizaram LDRs (*Light Dependent Resistor*) como forma alternativa de medição de radiação solar, de forma similar a Araújo *et al.* (2016), utilizando a variação do sensor para determinar a radiação. Segundo os autores, o sensor teve bom desempenho, chegando a ter como índice de correlação  $R^2 = 0,84$ .

Ortiz *et al.* (2017) realizaram testes de medição de radiação solar com LDR e com uma pequena placa solar fotovoltaica mostrando como resultado maior linearidade no funcionamento da placa quando comparado ao LDR.

Martinazzo e Orlando (2017) desenvolveram trabalho de monitoramento de grandezas elétricas para painéis solares fotovoltaicos até 5 W. As grandezas elétricas monitoradas tem relação direta com a radiação solar absorvida pela placa e mostraram resultados com erro inferior a 0,6 % para tensão elétrica e inferior a 1,2 % para corrente, o que remete a exatidão e funcionalidade do sistema desenvolvido.

Foi definida a utilização de duas pequenas placas solares fotovoltaicas para medição da radiação por meio do monitoramento de seus valores de corrente de curto e tensão de circuito aberto. As placas adquiridas tem dimensões 64,7 mm de largura e 135 mm de altura totalizando uma área de 0,0087345 m<sup>2</sup>, tensão máxima de 5,5 V, corrente máxima de 240 mA, potência nominal de 1,3 W. Pelo fato das placas comerciais terem seus valores de potência expressas com referência à radiação de 1000 W/m<sup>2</sup>, nota-se a eficiência de 14,88 % de geração de energia das placas.

Em posse desses dados, foi montado um circuito para leitura de tensão e corrente com o Arduíno, para posterior cálculo da potência gerada pela placa e estimativa da radiação recebida para essa geração. Na Figura 3.14 a placa solar é representada pela fonte de corrente  $I_1$ , os dois relés eletromecânicos RL1 e RL2 são acionados alternadamente por portas digitais do Arduíno e as saídas de tensão e corrente do circuito são tratadas por portas de entrada analógica do Arduíno. Ao acionar o relé 1 é fechado um curto-circuito nos terminais da placa fazendo com que essa corrente flua pelo resistor *shunt* R1 de 1 $\Omega$ . A tensão no resistor é muito pequena para ser tratada pelo Arduíno, podendo ser interpretada de maneira errada, e por isso foi preciso amplificá-la em 15 vezes por meio do circuito amplificador com LM741. A saída do amplificador é conectada diretamente a porta analógica do Arduíno. Logo após a medição da corrente de curto, o relé 1 é desligado e é acionado o relé 2 fazendo com que a tensão da

placa (próxima da tensão de circuito aberto, devido à alta impedância da carga) fique nos resistores R2 e R3. Como o Arduino trabalha com leitura de tensão de até 5 V, foi montado o divisor de tensão para evitar danos ao equipamento. A tensão do divisor é lida diretamente pela porta analógica do Arduino. Com essas grandezas elétricas é feito o cálculo da potência elétrica disponibilizada pela placa e posteriormente estimada a radiação solar incidente.

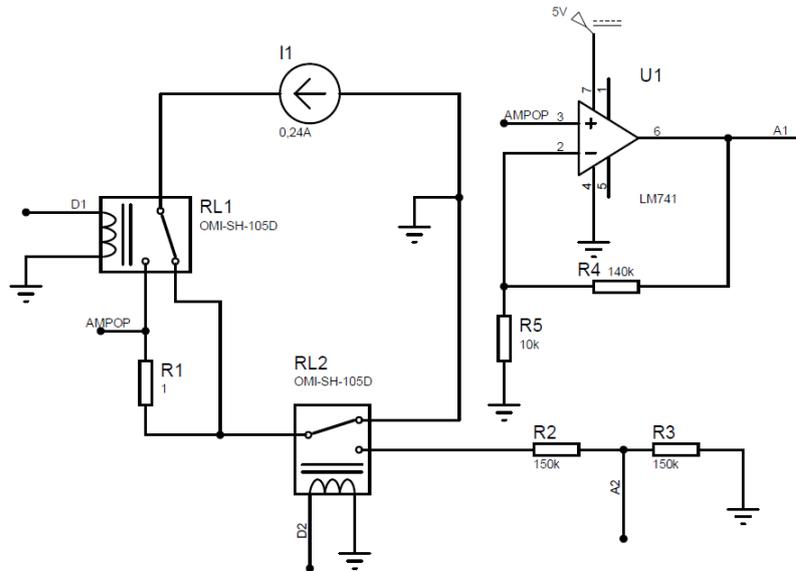
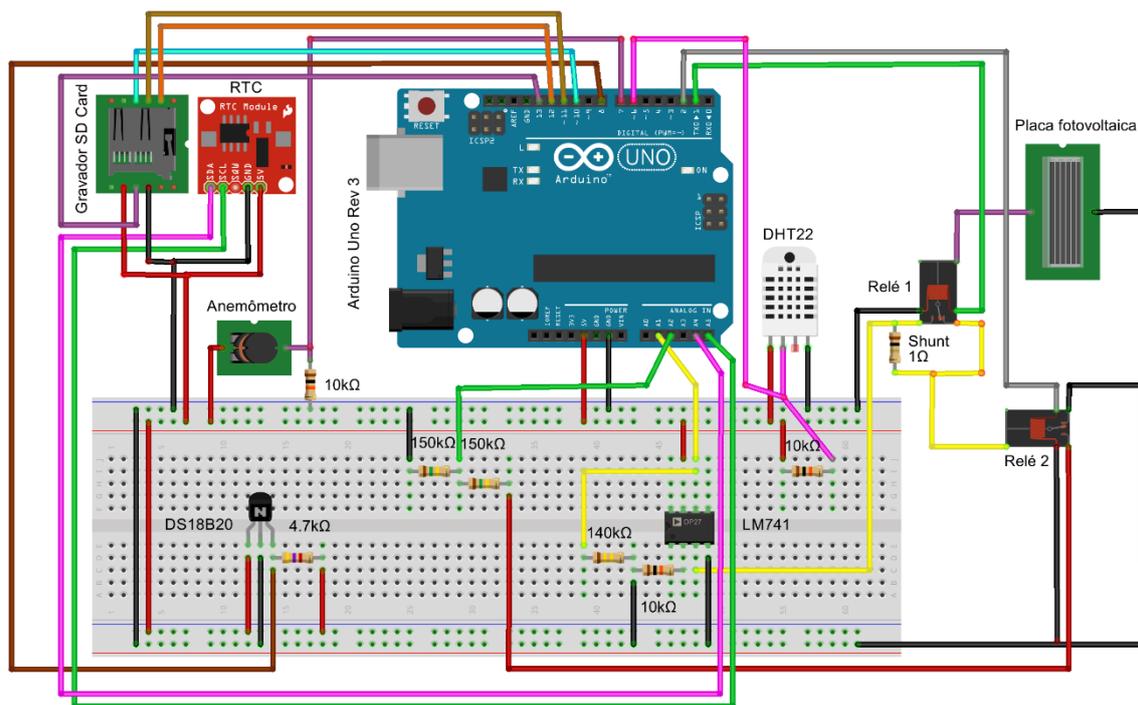


Figura 3.14 - Circuito de leitura da placa solar fotovoltaica  
Fonte: O Autor

Na montagem das estações, um piranômetro solar foi montado em cima da cobertura do protótipo voltado para o norte e inclinação de  $12^\circ$ , e o outro piranômetro foi montado no interior do protótipo a 1 m do solo.

### 3.3.3.7. Diagrama eletrônico

Para montagem da estação meteorológica, utilizou-se dos sensores e equipamentos diversos apresentados nesta sessão. O circuito foi desenvolvido no *software* livre *Fritzing*, apresentado na Figura 3.15.



fritzing

Figura 3.15 - Circuito eletrônico completo da estação meteorológica  
Fonte: O autor

A sequência de montagem e conexão de pinos foram descritas nos tópicos específicos de cada componente, explicitando também seu princípio de funcionamento, facilitando o entendimento deste diagrama.

### 3.3.3.8. Calibração dos sensores

A estação meteorológica utilizada como referência para calibração e validação da estação montada foi a estação profissional Davis Pro2 – 6163, montada no IFMT – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso - Campus de Sinop, pela Universidade de Rennes2 da França, em parceria com o CNRS (Centro Nacional de Pesquisa Científica da França) com o intuito de fazer estudos de climatologia urbana. A estação fornece valores horários de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, pressão barométrica, índice pluviométrico, radiação solar, radiação UV, índice de calor, sensação térmica e ponto de orvalho. Esta estação foi denominada “estação profissional” (EP).

Foi utilizado modelo estatístico de correlação e regressão linear simples buscando a curva de melhor ajuste ao conjunto de dados, uma vez que os dados se referem a um conjunto de medidas pareadas, coletadas simultaneamente (amostras iguais), coletados por instrumentos

diferentes. É analisado seu coeficiente de determinação  $R^2$ , que é um indicativo da qualidade do ajuste da curva (DEVORE, 2006).

Foram coletadas amostras de dados no intervalo do dia 16 de setembro de 2019 a 24 de setembro de 2019, sendo posteriormente tratados com *software* de planilha eletrônica onde foram tiradas médias horárias das variáveis, médias horárias semanais, médias horárias quinzenais, médias diárias, média mensal diária e média mensal horária.

### 3.4.RESULTADOS

#### 3.4.1.Estações meteorológicas

Foram tratados primeiramente os valores de temperatura do ar. Para mensurar essa variabilidade, foi feita análise de correlação entre a temperatura do ar obtida pelo sensor DHT22 do protótipo (PT) e a temperatura do ar da estação profissional (EP), encontrando a melhor curva de ajuste, conforme Gráfico 3.7.

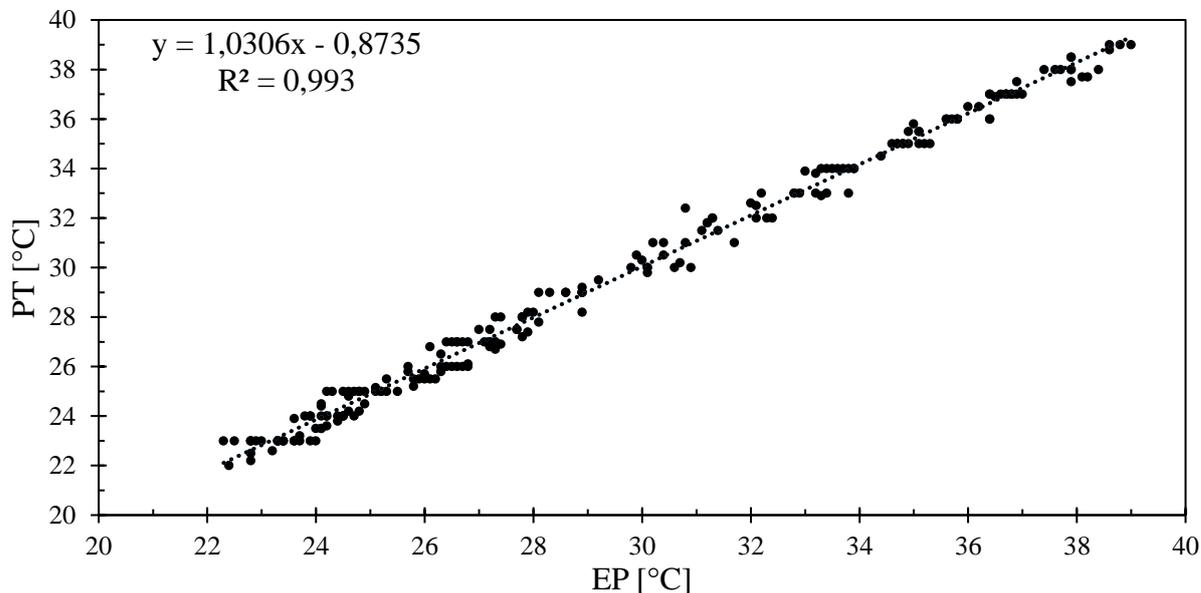


Gráfico 3.7 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: temperaturas do DHT22 e EP  
Fonte: O Autor

Os pontos divergentes da linha de tendência ocorreram devido a exatidão do sensor de temperatura, que tem flutuações/variações de até  $1^{\circ}\text{C}$ , mantendo-se uniforme na maior parte do tempo.

Na avaliação, apresentou  $R^2$  muito próximo a 1, tornando aceitáveis as medições de temperatura do ar pelo sensor utilizado.

Para as medidas de umidade relativa do ar, foi analisado o gráfico de correlação entre a umidade mensurada pelo sensor DHT22 e a EP pode ser visto no Gráfico 3.8.

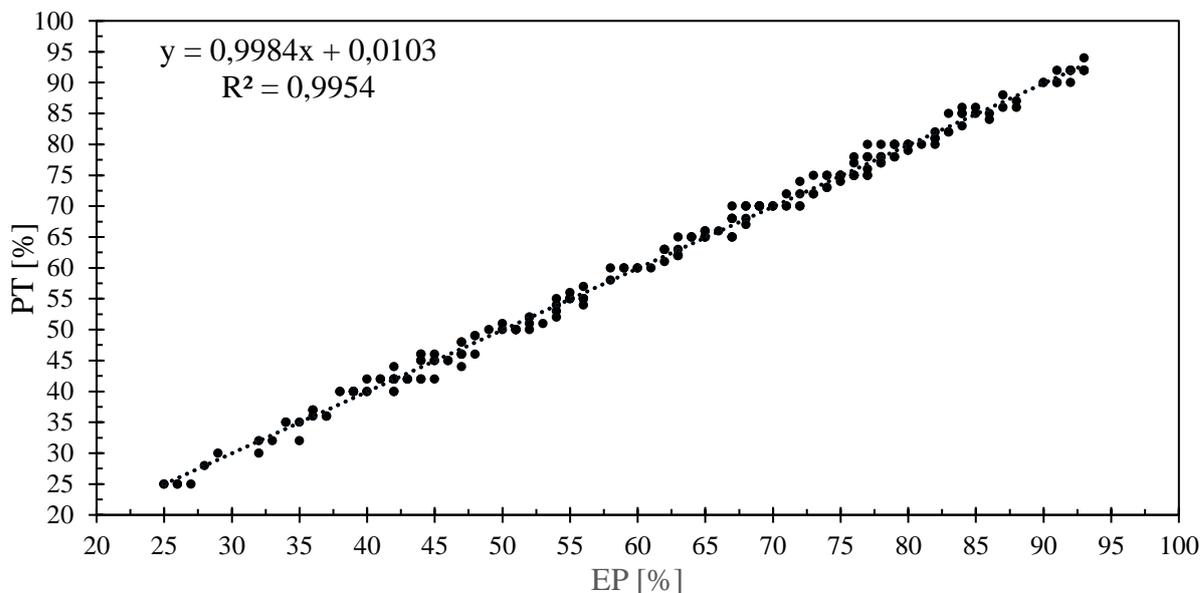


Gráfico 3.8 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: umidades do DHT22 e EP  
Fonte: O Autor

O sensor obteve ótimos coeficientes da equação da reta, e com valor de  $R^2$  próximo a um. Dessa forma, as medidas de umidade relativa do ar são aceitáveis para o trabalho.

Para a irradiância solar, mesmo apresentando um equipamento alternativo de *hardware* e *software* simples, o protótipo apresentou medições semelhantes as medias diárias da EP. O gráfico de correlação entre a irradiância medida pelo protótipo e pela EP é apresentado no Gráfico 3.9.

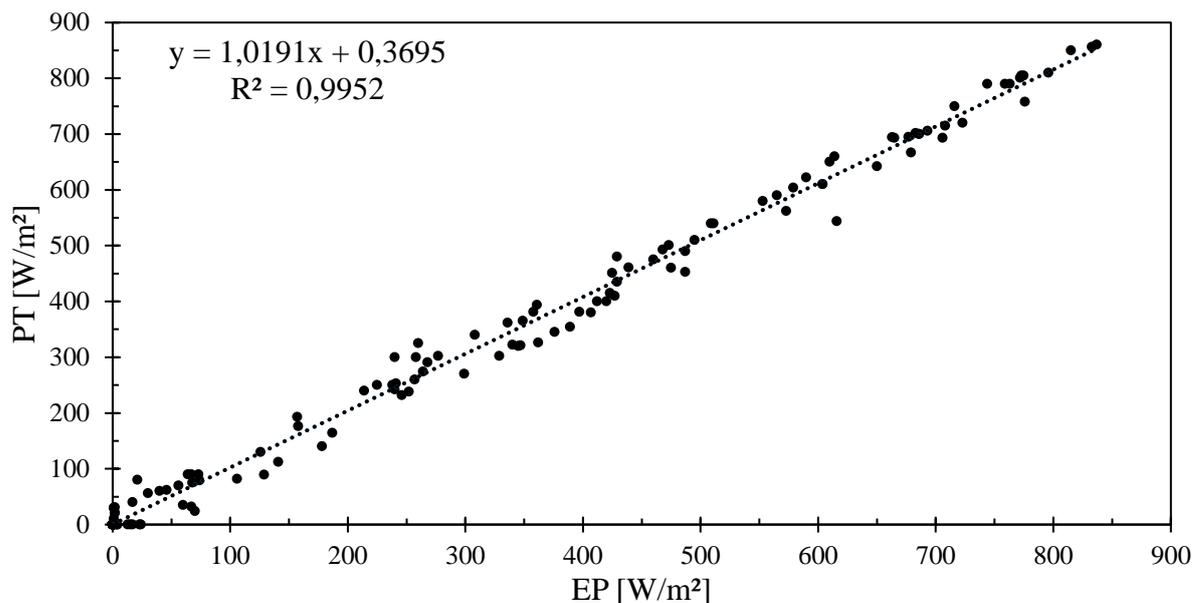


Gráfico 3.9 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: irradiância solar do protótipo e EP  
Fonte: O Autor

O deslocamento apresentado no modelo é desprezível quando comparado a magnitude das medidas de irradiância, na casa das centenas. Os coeficientes são aceitáveis, assim como o  $R^2$ . Assim, se tornam válidas as medidas de irradiância solar por meio dos protótipos.

Também foi feita média horária por dia para os valores de velocidade do vento, efeito que pode ser muito bem observado devido a mudança de estação na região, proporcionando movimentação de massas de ar de forma satisfatória para a calibração do modelo. O Gráfico 3.10 apresenta a correlação entre os sensores de velocidade do vento.

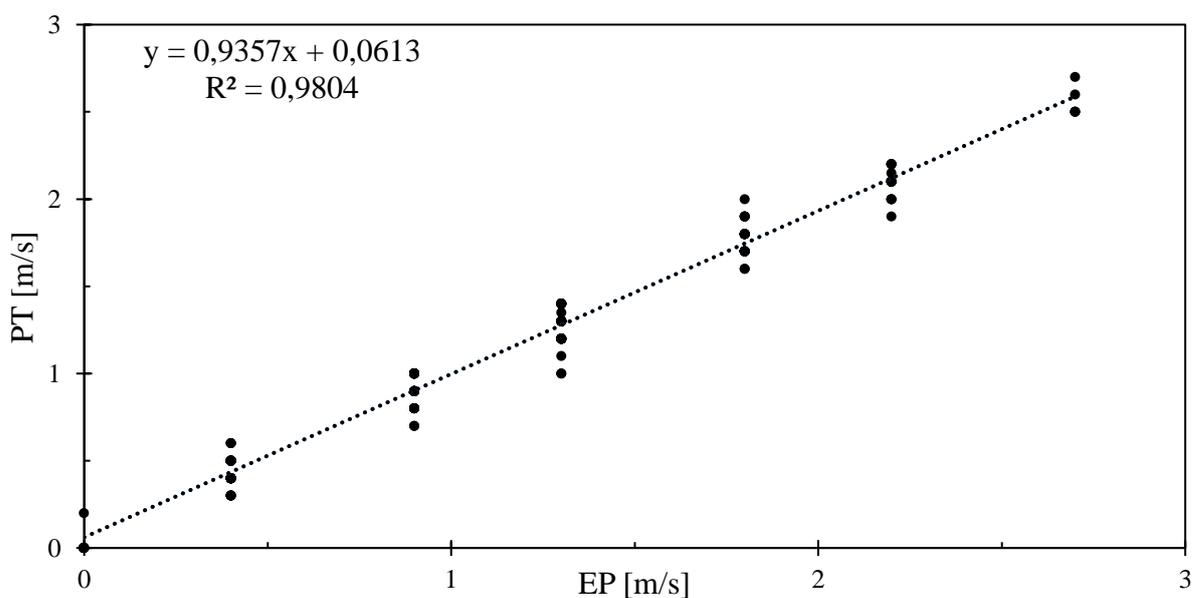


Gráfico 3.10 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: velocidade do vento do protótipo e EP  
Fonte: O Autor

Foi observado que o anemômetro do protótipo é mais sensível na percepção do vento que o anemômetro da EP, pois em determinados momentos o anemômetro do protótipo esteve girando enquanto da EP esteve parado. Nota-se que existem pontos de “parada” frequente do anemômetro de EP nos valores de 0.4, 0.9, 1.3 e 1.8 m/s, enquanto o anemômetro do protótipo faz toda a varredura nesse intervalo.

O coeficiente angular da reta de regressão próximo a 1 com deslocamento próximo a zero, indica uma correlação linear considerável, tendo coeficiente de correlação  $R^2$  de 0,98 devido as divergências dos pontos da EP (devido sua baixa sensibilidade visível), o que ainda é aceitável. Mediante análise dos dados, tomou-se como válido o anemômetro do protótipo.

Para validação dos sensores de temperatura das telhas e dos termômetros de globo negro, foram coletados dados dos sensores com as variações de temperatura do ambiente antes de montá-los em seus alojamentos para compará-los com a EP. Foram feitos diagramas de dispersão entre as médias dos sensores e a EP para verificação de seus modelos, apresentados no Gráfico 3.11.

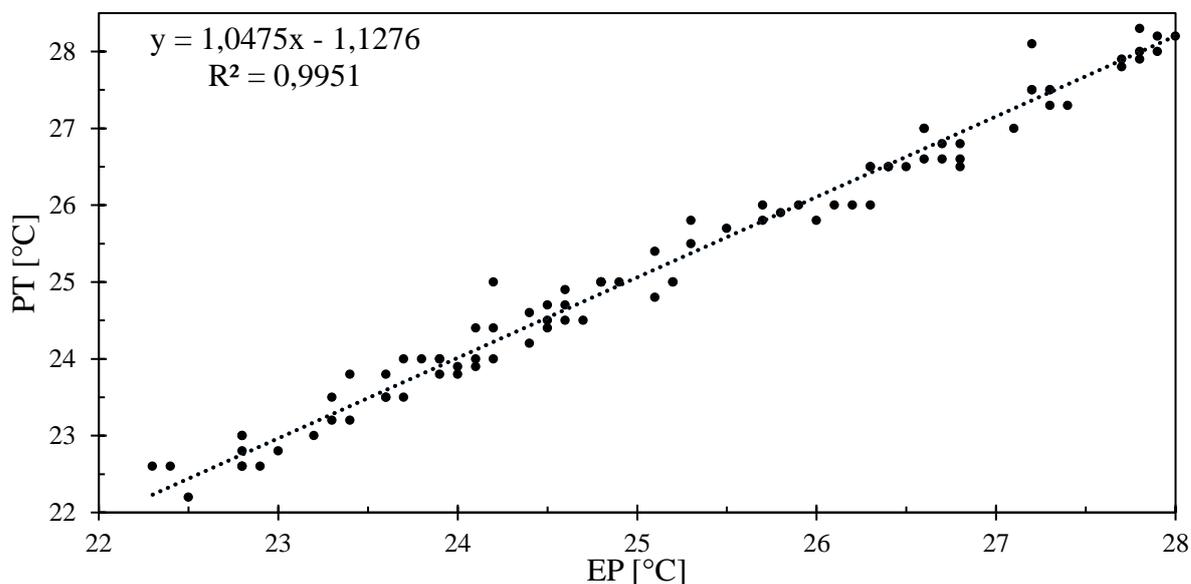


Gráfico 3.11 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: DS18B20 e EP  
Fonte: O Autor

Notou-se que existe pouca dispersão e os pontos estão ajustados ao modelo, onde a equação de regressão e  $R^2$  que validam os sensores. Confirmou-se desta forma a segurança nos dados fornecidos pelas estações E1 e E2 para o desenvolvimento deste trabalho.

### 3.4.2. Índices de conforto térmico locais

Foram coletados dados das estações meteorológicas montadas para os tratamentos CT, CP e CA, no intervalo de 06 de outubro de 2019 a 07 de janeiro de 2020, e calculados os índices ITU, ITGU e CTR para os respectivos tratamentos. Para o restante do tempo sem medição, foram utilizados dados da estação profissional Davis Pro2 para realização de interpolação dos dados para adquirir curvas e valores que não foram medidos pelos protótipos durante o restante do ano.

Segundo Azevedo *et al.* (2005), o índice ITU pode ser classificado como normal ou confortável se for igual ou menor a 70, ameno ou brando entre 71 e 78, crítico entre 79 e 83 e severo acima de 83.

Segundo Marçal (2016), a partir da análise das variáveis climáticas coletadas, assim como, dos índices propostos, obteve-se uma faixa de conforto térmico dos índices ITGU e CTR. Em síntese, os resultados obtidos mostram que a faixa de conforto da sensação térmica para o ITGU (adimensional) e a CTR ( $W m^{-2}$ ), respectivamente foram: muito quente  $> 79$  e  $> 512$ ; quente, entre 67 e 79, e entre 437 e 512; ligeiramente quente, entre 56 e 67, e entre 361 e 437; confortável, entre 44 e 56, e entre 285 e 361; ligeiramente frio, entre 32 e 44, e entre 210 e 285; frio,  $< 32$  e  $< 210$ . As faixas de conforto térmico dos índices ITGU e CTR podem ser ajustados para o microclima da região de estudo.

Para os resultados obtidos neste trabalho, e as variáveis climáticas coletadas, por meio de ferramentas estatísticas, correlacionando os índices ITGU e CTR com o índice ITU, obteve-se curvas que melhor descreveram o comportamento dos índices, tomando como base a classificação do ITU apresentada por Azevedo *et al.* (2005), tornando possível propor uma nova faixa de conforto térmico para os índices ITGU e CTR para o clima tropical local. Os gráficos 3.12, 3.13 e 3.14 apresentam a correlação entre os índices e suas respectivas retas de regressão.

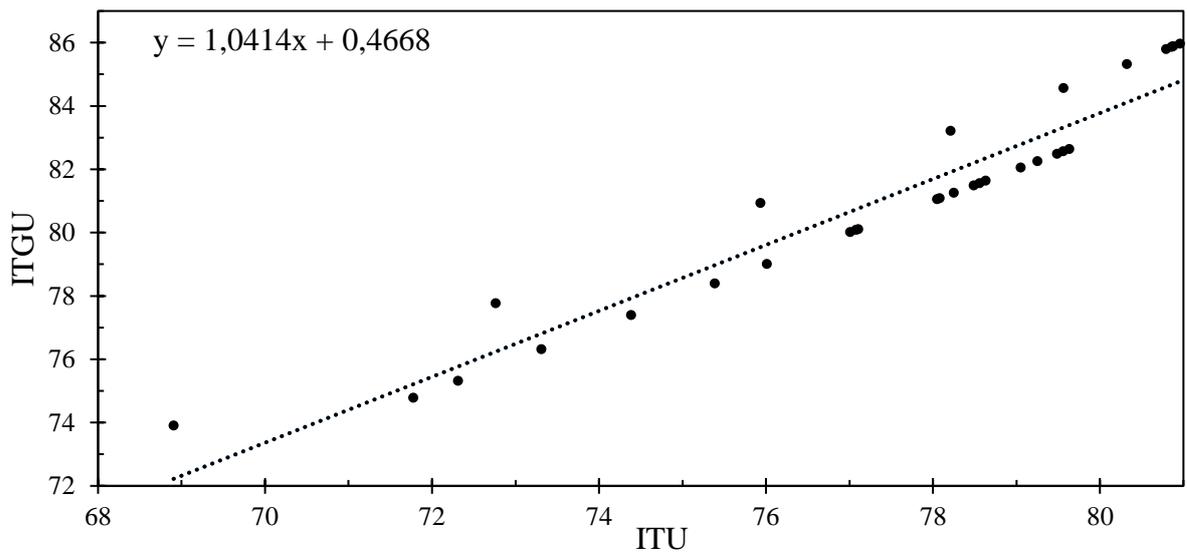


Gráfico 3.12 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: ITU e ITGU  
 Fonte: O autor

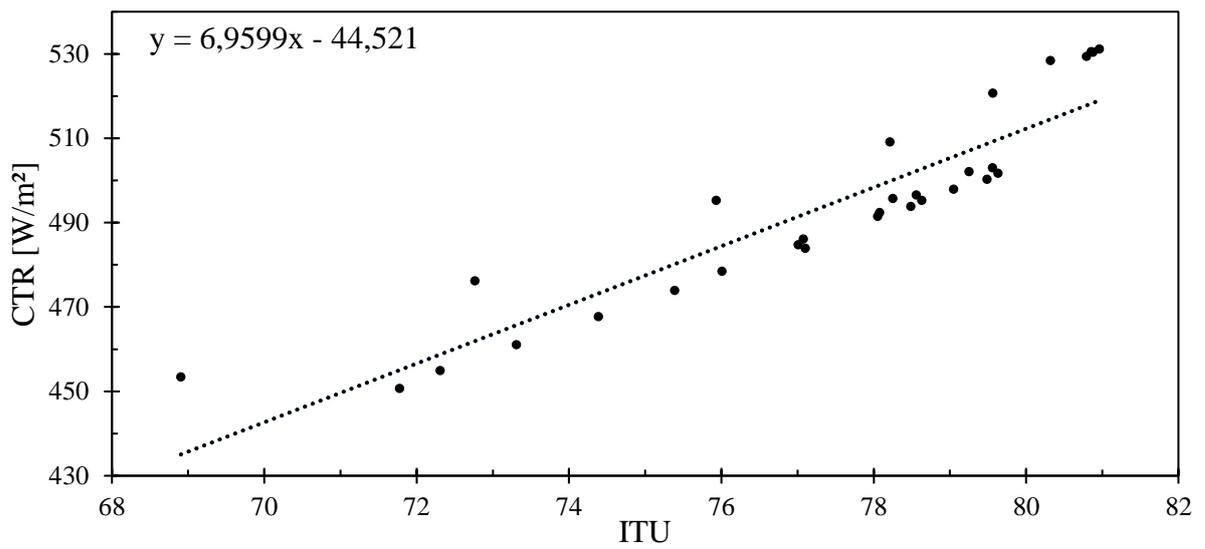


Gráfico 3.13 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: ITU e CTR  
 Fonte: O autor

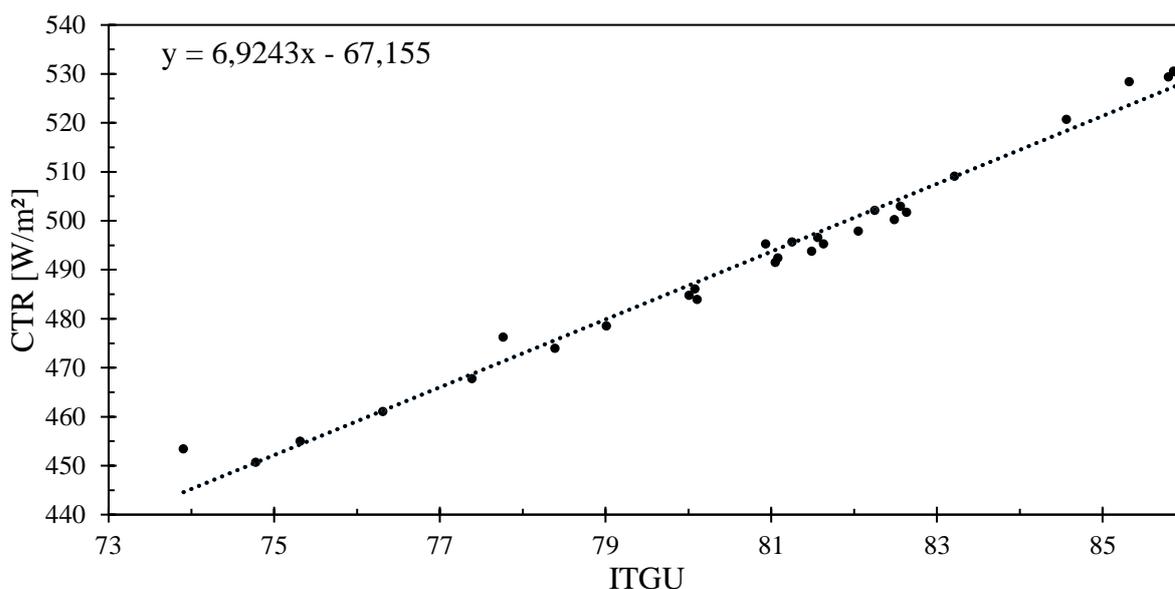


Gráfico 3.14 - Diagrama de dispersão e reta de regressão: ITGU e CTR  
Fonte: O autor

Aplicando as medidas de ITU propostas por Azevedo *et al.* (2005) nas equações das retas de regressão, foi obtida uma nova faixa dos índices de conforto, para ITGU e CTR, respectivamente, que são: confortável para valores menores que 74 e 440, ameno ou brando para valores compreendidos entre 75 a 82 e 441 a 500, crítico ou quente para valores entre 83 a 88 e 501 a 550 e severo ou muito quente para valores maiores que 88 e 550.

A Tabela 3.2 apresenta de forma esquemática os índices de conforto térmico.

Tabela 3.2 - Tabela de classificação dos índices de conforto térmico

	<b>ITU</b>	<b>ITGU</b>	<b>CTR</b>
SEVERO, MUITO QUENTE	>83	>88	>550
CRÍTICO, QUENTE	79 a 83	83 a 88	501 a 550
AMENO OU BRANDO	71 a 78	75 a 82	441 a 500
CONFORTÁVEL	<70	<74	<440

Fonte: Adaptado de Marçal (2016)

Para obtenção do índice ITU, são considerados os parâmetros climáticos: temperatura do ar e umidade relativa do ar. Tais parâmetros, para os tratamentos experimentados, apresentaram pequenas diferenças nas medições, visíveis durante as medições diurnas, pela influência da temperatura do ar no cálculo do índice. Nas medições noturnas (entre 18h e 6h), o ITU, em todos os tratamentos, apresentou igual valor para as médias horárias. O Gráfico 3.15 apresenta a curva de ao longo do dia.

É notório que no horário compreendido entre as 18h e 6h ocorre o equilíbrio entre todos os termômetros, sendo estes influenciados apenas pela temperatura do ar. O período entre as 6h e 18h é influenciado pela ação do sol, além de outros efeitos climáticos.

O intervalo de tempo que requer maiores cuidados está entre as 14h e 17h, horário no qual os índices de conforto térmico atingem os maiores valores.

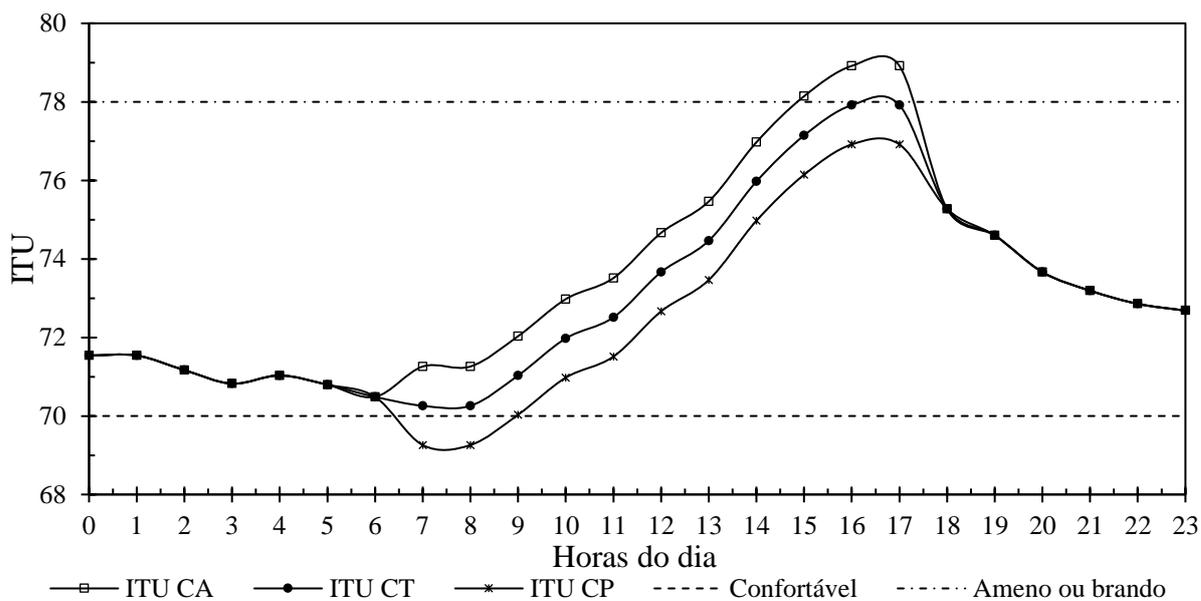


Gráfico 3.15 - Curva característica do ITU ao longo do dia  
Fonte: O autor

O gráfico apresenta o ITU caracterizado como brando durante a maior parte do dia, e no horário compreendido entre as 15h e 17h, o ITU caracterizado como crítico, no modelo de tratamento CA (céu aberto). Os tratamentos sombreados tiveram ITU menores.

O Gráfico 3.16 apresenta as médias horárias de ITU ao longo do ano de 2019.

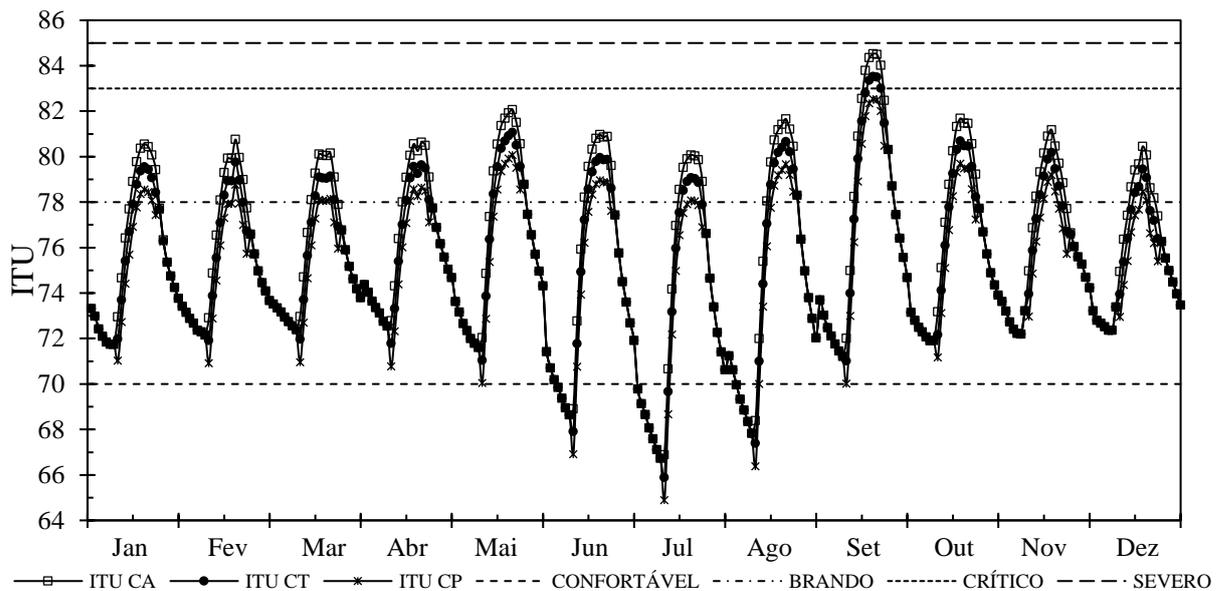


Gráfico 3.16 - Curvas de ITU com médias horárias ao longo do ano de 2019

Fonte: O autor

Em posse das médias horárias, verificou-se que, nos meses de junho, julho e agosto, em períodos noturnos, o ITU caracteriza os ambientes como confortáveis. Na maior parte do tempo, segundo Azevedo *et al.* (2005), os ambientes foram classificados como amenos ou brandos, com picos de ITU crítico, tendo apenas um apontamento no mês de setembro caracterizado como severo (valores de ITU maiores que 83). O índice ITU caracteriza o local de estudo como estressante para os animais. A Tabela 3.3 apresenta a análise estatística para ITU.

Tabela 3.3 - Análise estatística de ITU para os tratamentos propostos

	<b>Média</b>	<b><math>\sigma</math></b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>
<b>CA</b>	75,75	3,84	84,52	66,72
<b>CT</b>	75,30	3,53	83,52	65,90
<b>CP</b>	74,84	3,25	82,50	64,80

Fonte: O autor

O aumento da temperatura do ar está diretamente ligado a irradiância solar emitida na Terra durante o dia. Com o aumento da radiação solar no nascer do sol, a temperatura do ar começa a aumentar, e com a diminuição da radiação solar no pôr do sol, a temperatura do ar também abaixa. O Gráfico 3.17 ilustra a relação entre temperatura do ar e irradiância.

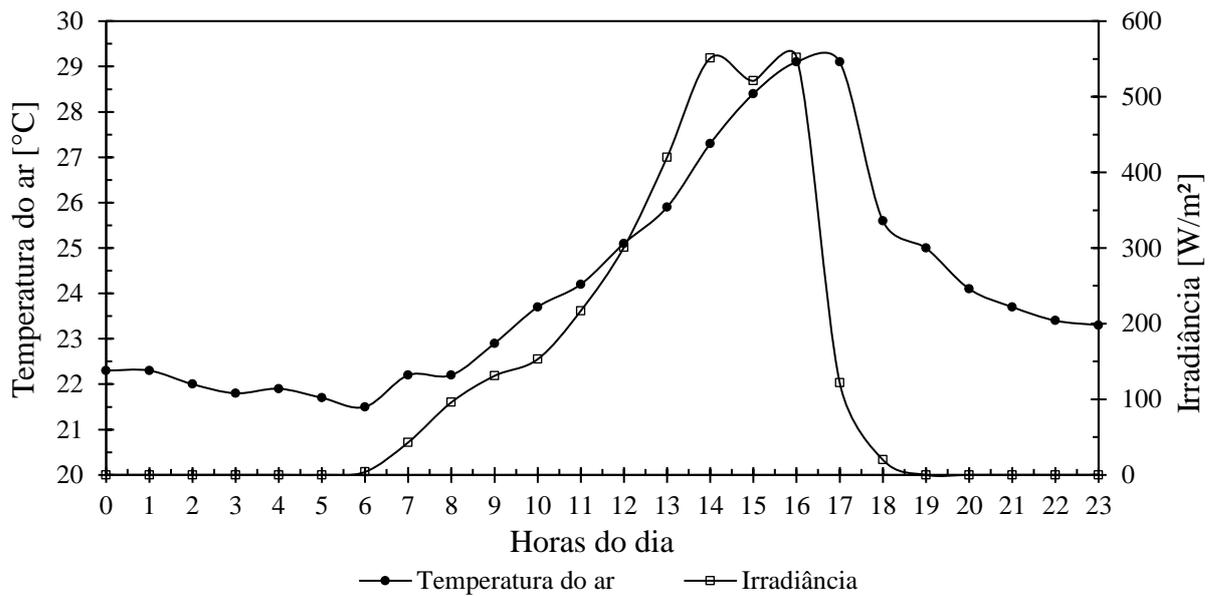


Gráfico 3.17 - Relação entre temperatura do ar e irradiância solar ao longo do dia  
 Fonte: O autor

Com as médias diárias ao longo do ano de 2019, da temperatura do ar e irradiância, foi possível apresentar suas curvas, no Gráfico 3.18. Os meses de agosto, setembro e outubro apresentam maiores incidências de radiação solar, tendo conseqüentemente dias com temperaturas do ar mais elevadas, mas, em uma visão geral, todos os meses do ano têm alta incidência de radiação solar e alta temperatura do ar.

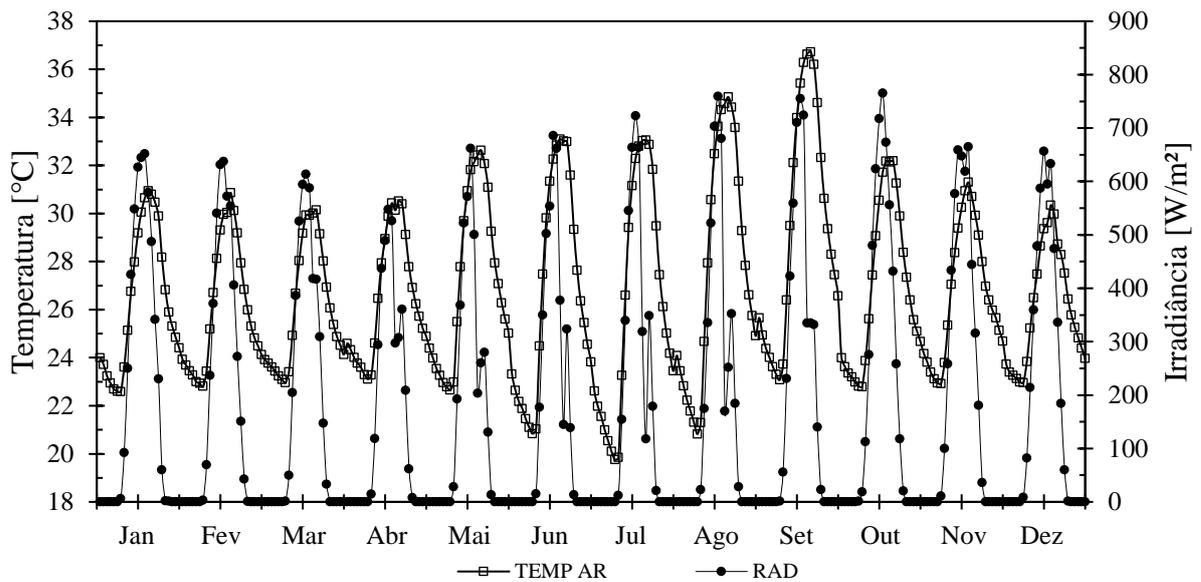


Gráfico 3.18 - Curvas de Irradiância e temperatura do ar com médias horárias ao longo do ano de 2019  
Fonte: O autor

Na obtenção do ITGU, foram considerados os valores de umidade relativa do ar e temperatura de globo negro para os tratamentos. Semelhante ao ITU, os parâmetros para os tratamentos experimentados, apresentaram pequenas variações durante as medições diurnas.

Nas medições noturnas (entre 18h e 6h), o ITGU, em todos os tratamentos, também apresentou igual valor para as médias horárias. Semelhante ao ITU, o ITGU apresenta horário crítico das 14h às 17h, conforme Gráfico 3.19.

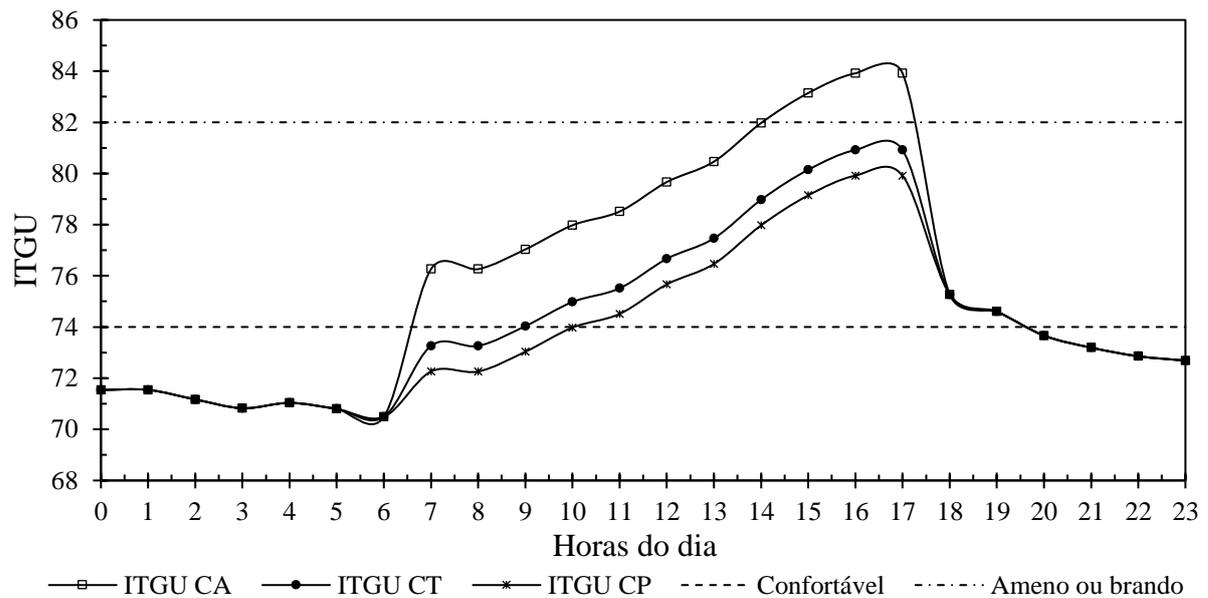


Gráfico 3.19 - Curva característica do ITGU ao longo do dia

Fonte: O autor

O Gráfico 3.20 apresenta as médias horárias de ITGU para os tratamentos ao longo do ano de 2019.

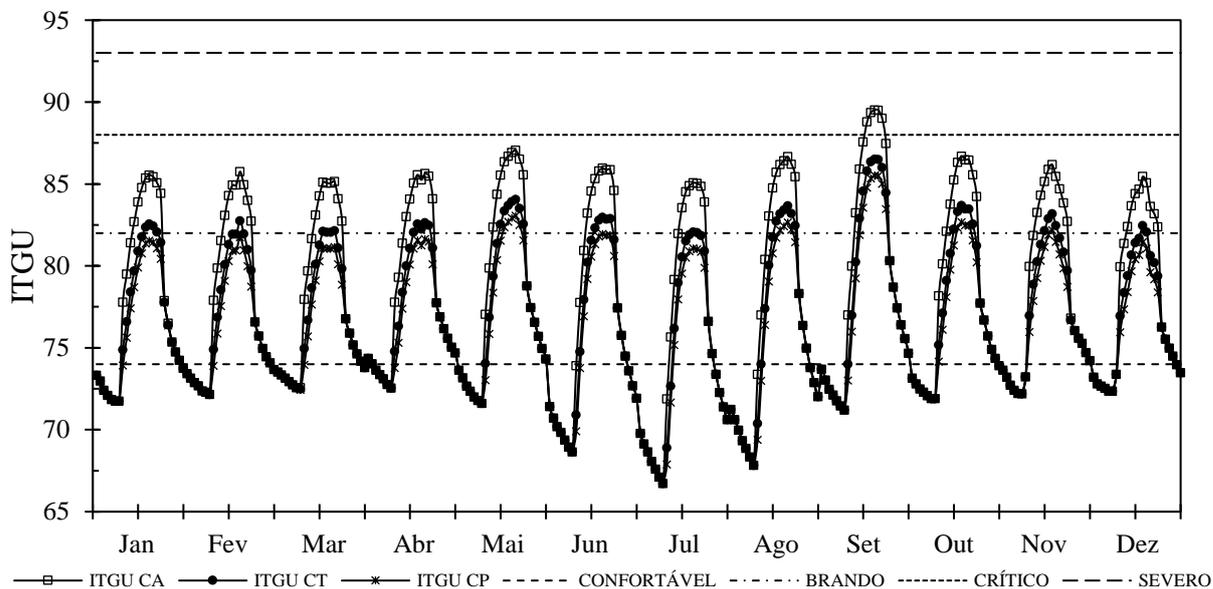


Gráfico 3.20 - Curvas de ITGU com médias horárias ao longo do ano de 2019

Fonte: O autor

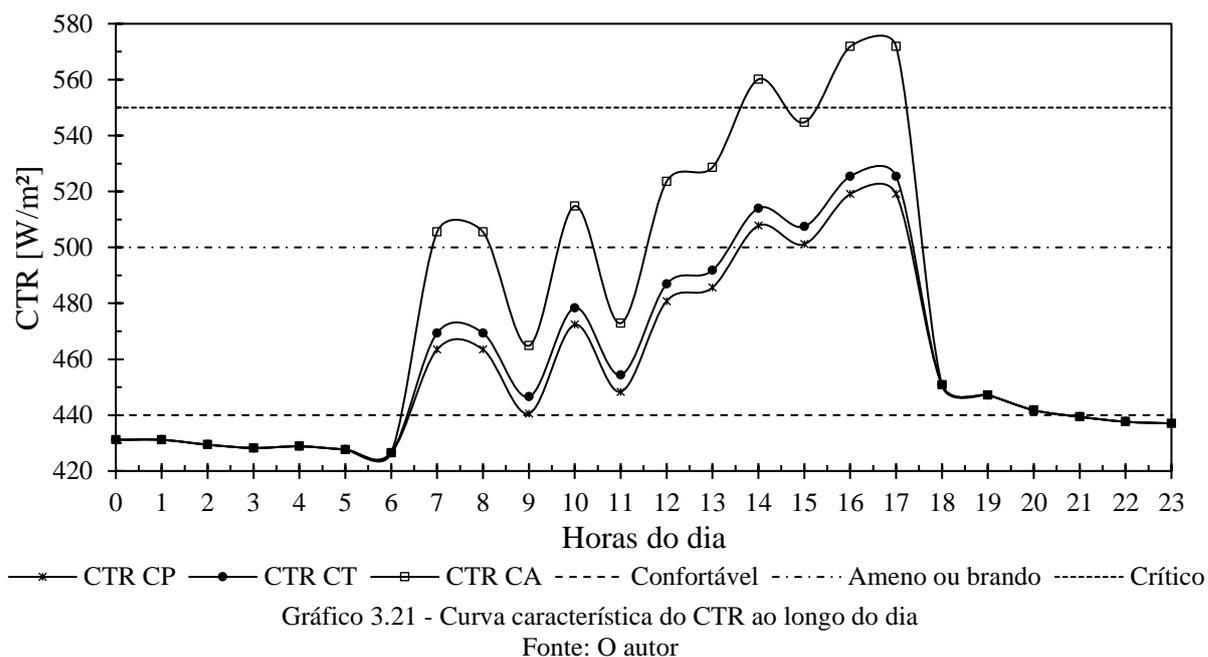
Para as médias horárias de ITGU apresentadas, somente o mês de setembro tem classificação como severo, no tratamento CA. O índice ITGU apresenta o local de estudo como estressante por estar sempre dentro da região do gráfico classificada como crítica. A Tabela 3.4 apresenta a análise estatística para ITGU.

Tabela 3.4 - Análise estatística de ITGU para os tratamentos propostos

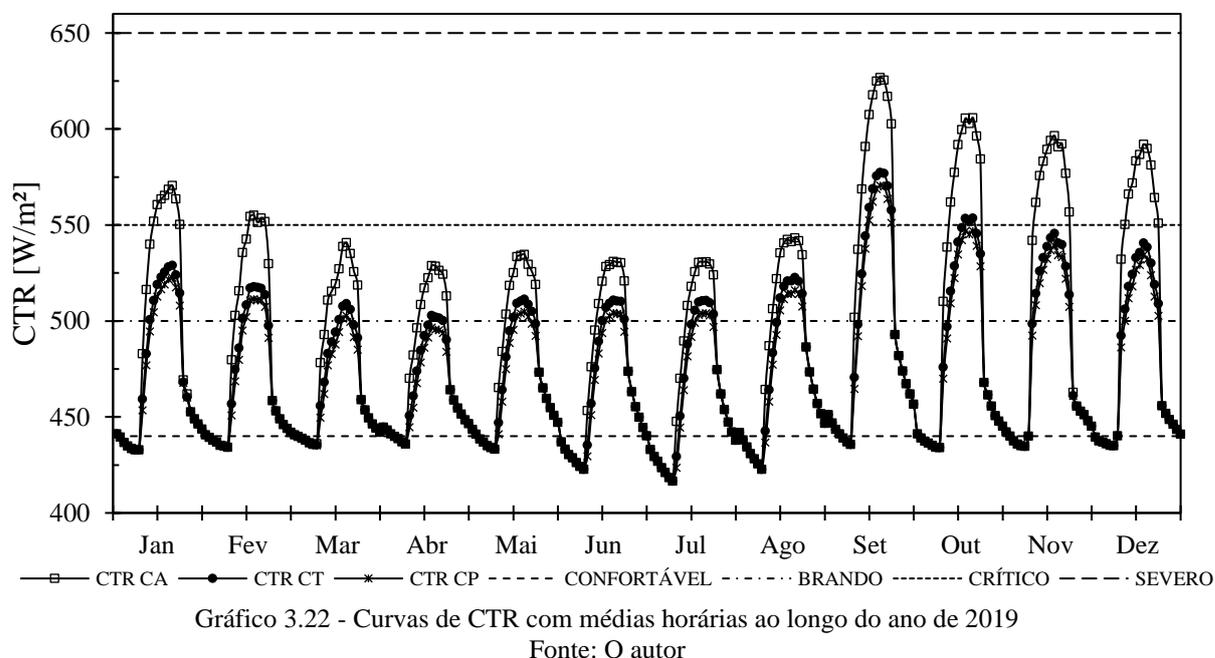
	Média	$\sigma$	Máximo	Mínimo
CA	78,05	5,82	89,52	66,72
CT	76,67	4,58	86,52	66,60
CP	76,21	4,20	85,50	66,50

Fonte: O autor

Para cálculo da CTR foram utilizados os valores de temperatura do ar, temperatura de globo negro e velocidade do vento nos modelos. O Gráfico 3.21 apresenta as médias de CTR diárias. O horário compreendido entre as 14h e 17h é classificado como severo pelo índice CTR no tratamento CA.



Quanto a composição mensal de médias horárias para o ano de 2019, no Gráfico 3.22, observa-se os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro classificados como severo em ambos os tratamentos.



O ambiente que apresentou piores condições, com maiores valores de CTR em todos os momentos, foi o tratamento CA. As curvas do índice CTR apresentaram, durante o ano, que o local de estudo é caracterizado como crítico na maior parte do tempo, tendo os meses

de setembro, outubro, novembro e dezembro como severos. A Tabela 3.5 apresenta a análise estatística para CTR.

Tabela 3.5 - Análise estatística de CTR para os tratamentos propostos

	Média [W/m <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [W/m <sup>2</sup> ]	Máximo [W/m <sup>2</sup> ]	Mínimo [W/m <sup>2</sup> ]
CA	488,85	55,69	626,84	416,53
CT	473,74	38,63	577,50	416,53
CP	470,82	36,01	570,67	416,53

Fonte: O autor

Durante todo o período de coleta de dados climáticos, também foram coletados valores de temperaturas das telhas dos protótipos (CT e CP). Durante a noite as telhas entram em equilíbrio térmico, variando sua temperatura somente durante o dia pela exposição à radiação solar, que compreende entre 8 h e 18 h. A Tabela 3.6 apresenta dados de temperatura das telhas dos tratamentos para complementar a discussão.

Tabela 3.6 - Dados complementares das amostras nos tratamentos

ÍNDICE	MÉDIA	$\sigma$	MÁXIMO	MÍNIMO
Temp. Telha CT [°C]	30,94	7,5	48,22	19,75
Temp. Telha CP [°C]	28,79	6,49	42,22	19,75
Var. durante o dia [°C]	9,28	0,57	10,47	8,76

Fonte: O autor

O horário de maior temperatura das telhas é compreendido entre as 13 h e 18 h, que coincide com os maiores valores de temperatura do ar e radiação solar, pode ser observado no Gráfico 3.23. O protótipo com cobertura com telhas metálicas (CT) teve uma temperatura média de 30,94 °C durante todo o intervalo de obtenção de dados, com mínimo de 19,75 °C (período da noite) e máxima de 48,22 °C. Já o protótipo que utiliza placa fotovoltaica (CP) teve uma temperatura média de telha de 28,79 °C, com mínima de 19,75 °C (durante a noite) e máxima de 42,22 °C. Durante o dia, período de aquecimento das telhas, existe uma diferença média de 9,28 % entre a temperatura das telhas, com mínima de 8,76 % e máxima de 10,47 %. Os sensores de temperatura foram montados na face inferior da cobertura.

Com isso é possível observar que a cobertura composta por telhas e placas fotovoltaicas apresenta temperaturas mais agradáveis (mais baixas) sob sua estrutura quando comparada a cobertura metálica padrão somente com telhas Galvalume. Essa diferença de temperatura não é notada na temperatura do ar, caso exista velocidade do vento. Toda a radiação térmica absorvida pelas telhas é transmitida para baixo da estrutura e interfere diretamente na temperatura de globo negro. O alcance desta temperatura abaixo da estrutura depende da

quantidade de energia térmica absorvida. Logo, quanto mais alto o pé direito do galpão, menor a temperatura mensurada na altura do animal (1,5 m do chão). Além dessas características, existe a questão da área total de telhado, sendo que quanto maior a área de cobertura, maior a radiação térmica absorvida. Coberturas menores aquecem, mas não absorvem grandes quantidades de energia térmica, suficientes para aquecer a posição onde estaria o animal.

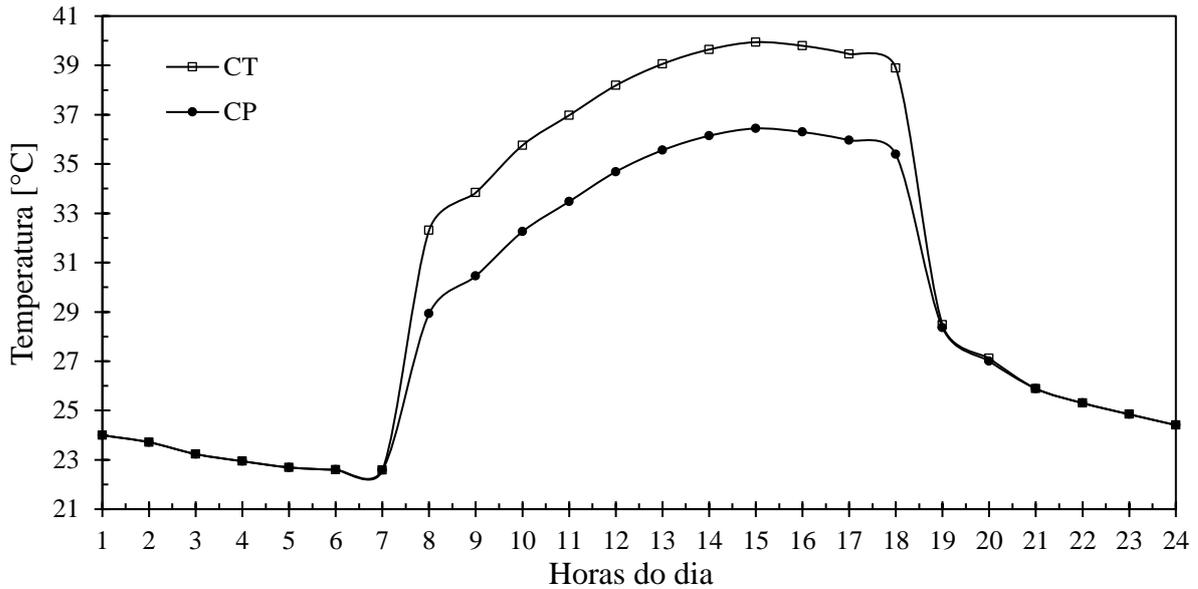


Gráfico 3.23 - Variação diária da temperatura das telhas  
Fonte: O autor

O Gráfico 3.24 apresenta as diferenças de temperatura dos telhados durante o dia com médias diárias e mensais ao longo do ano. Nota-se que a noite as telhas entram em equilíbrio térmico, ficando na mesma temperatura. Como visto anteriormente, os meses de agosto e setembro são os meses de maior incidência de radiação solar e temperatura do ar no município. Assim, a temperatura das telhas também segue o mesmo padrão, atingindo temperaturas maiores nesse período.

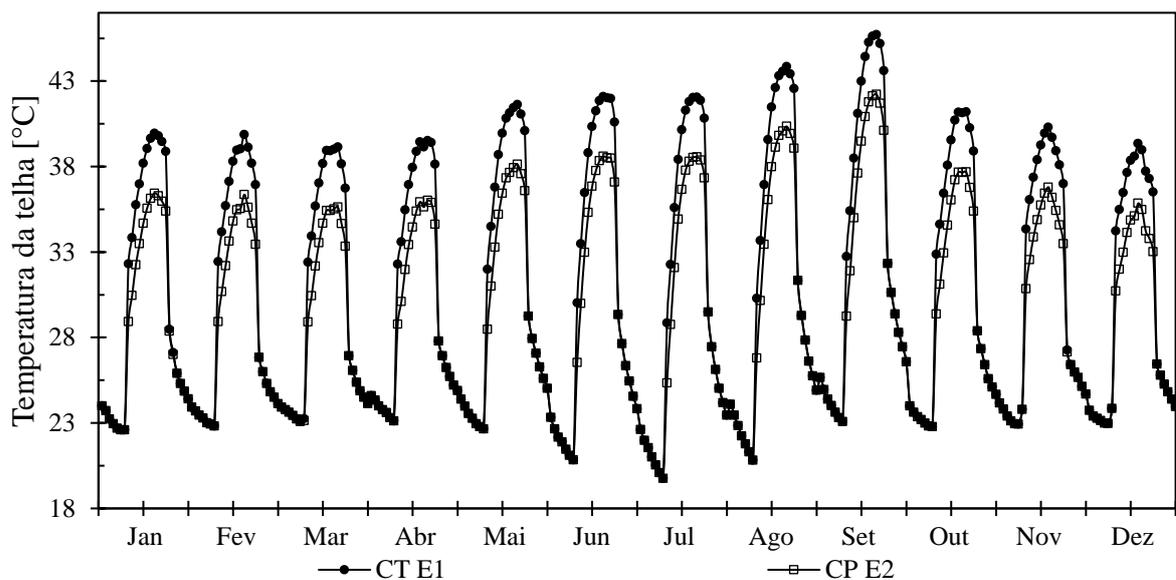


Gráfico 3.24 - Temperaturas das telhas durante o ano  
Fonte: O autor

### 3.5.DISSCUSSÕES

Na avaliação climática realizada na região, por meio de um banco de dados da estação meteorológica A917 do INMET (2019), a temperatura média do ar foi de 25°C para o ano de 2018, com máximas de 39°C, tendo período seco entre maio e outubro. A umidade relativa do ar gira em torno de 80% durante a maior parte do ano, sendo um agravante para as condições de bem-estar quando aliada as altas temperaturas do ar. Segundo Ferreira (2005), para um animal adulto da raça Nelore ficar sob estresse térmico, a temperatura do ambiente deve ser maior que 35 °C. A zona de termoneutralidade para raças zebuínas, que são mais adaptadas para climas quentes, varia entre 10 °C a 32 °C. Para cruzamentos com raças europeias de alta produção, a zona de termoneutralidade dos animais é mais baixa, entre 5 °C e 31 °C. Já para os animais adultos europeus, essa zona de termoneutralidade está entre -1 °C e 21 °C (PIMENTA, 2016).

Sendo assim, somente os meses de agosto, setembro e outubro são considerados altamente estressantes aos animais de origem zebuína, considerando a região estudada.

Ainda assim, foram construídos os protótipos em escala reduzida de galpão no intuito de verificar a diferença do conforto térmico entre os tratamentos. Os valores das variáveis climatológicas foram registrados pela estação meteorológica confeccionada especialmente para este fim, ficando alojada em cada tratamento, após ter sido validada com os valores obtidos pela estação profissional Davis Pro2.

O tratamento a céu aberto se mostrou a todo momento um ambiente estressante, com altos índices de ITU, ITGU e CTR. Já os tratamentos CT e CP proporcionaram maior conforto, apontados pelos índices de conforto térmico.

Os valores médios percentuais de CTR entre CA e CP foi de 3,69 %, entre CA e CT foi de 3,09 % e entre CT e CP foi de 0,66 %. Para o ITGU, os valores médios percentuais entre CA e CP foi de 2,36 %, entre CA e CT foi de 1,77 % e entre CT e CP foi de 0,60 %. Já para os valores médios percentuais de ITU entre CA e CP foi de 1,2 %, entre CA e CT foi de 0,60 % e entre CT e CP foi de 0,61 %.

Dentre os três índices, CT e CP tem seus valores muito próximos, divergindo 0,66 %, 0,60 % e 0,61 %, enquanto o percentual de diferença entre os outros tratamentos tem valores significativos. Desta forma, no intuito de simplificar a construção do fluxo de caixa para a análise de viabilidade econômica, foi estabelecido que na condição com sombra, seja ela CP ou CT, o animal confinado tem um ganho médio de peso diário de 1,50 kg conforme dieta formulada para este fim. Já o tratamento CA tem um ganho de peso médio diário menor, com 9,74 % menos rendimento que os animais com disposição de sombra, conforme detalhado e comentado na Tabela 2.7, o que equivale a 1,35 kg.dia<sup>-1</sup>.

## 4. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA

### 4.1. INTRODUÇÃO

A análise econômica na atividade pecuária, de forma individual ou em conjunto com outras atividades, atualmente, é indispensável para o seu bom rendimento. Neste sentido, planejamento é primordial para se obter sucesso na produção de carne. Como atividade secundária, apresenta-se a geração de energia solar fotovoltaica que, segundo Silva (2017), também faz necessário a análise de investimento no projeto em sua concepção, de forma a visualizar se a aplicação será rentável ou não.

Dentro deste contexto, Moreira *et al.* (2009) destacam que o confinamento de bovinos é uma área que pode ser extremamente lucrativa se os pecuaristas detiverem os conhecimentos necessários para implantar uma gestão produtiva, onde, além de intensificar a produção, diminui a idade de abate e melhora a qualidade da carne (LEÃO, 2016). Ganhou espaço no mercado da carne quando a pecuária precisou dividir território com a agricultura e as cidades, devido ao aumento populacional e maior busca por alimentos, impulsionando o confinamento (PEIXOTO *et al.*, 1989; BELINO, 2011; GOMES, 2012; MEDEIROS, 2013; SOARES *et al.*, 2016).

Paralelamente a maior demanda de alimentos, aumentou-se também a demanda de energia elétrica, principalmente por meio de fontes renováveis, sendo a energia solar fotovoltaica aquela mais colocada em prática (MARTINS *et al.*, 2008; VILLALVA, 2015; CANTOR, 2017; PAIVA, 2018).

Devido a necessidade de avaliação da viabilidade econômica para investimento em projetos de confinamento bovino e/ou geração de energia solar fotovoltaica, por meio de levantamento de despesas e receitas (fluxo de caixa) e capital investido, justifica-se a realização desta pesquisa.

Tem-se como objetivos:

- Apresentar e caracterizar modelos de tratamento de bovinos de corte;
- Elaborar lista de itens de peças e serviços para construção dos modelos para diferentes escalas populacionais;
- Realizar orçamento para construção dos modelos selecionados para esta pesquisa;
- Elaborar fluxos de caixa para os tratamentos bovinos adotados;
- Analisar a viabilidade econômica dos modelos propostos.

## 4.2. REVISÃO DE LITERATURA

### 4.2.1. Estruturas de ambiente de confinamento

Ao tratar das instalações às quais os bovinos estão submetidos, que são aspectos importantes relacionados com a funcionalidade, economia, resistência e segurança no manejo, vale salientar que estas influenciam diretamente na saúde e no bem-estar do rebanho, também estresse e contusões nos animais. As instalações adequadas agregam qualidade ao produto final, e são compostas basicamente por cercas, currais de manejo, bebedouros, reservatórios de água, corredores, cochos para alimentação, curral de confinamento e local de armazenamento de insumos, entre outros (VALLE, 2011).

**CURRAL DE MANEJO:** Deve ser configurado de tal forma que permita as práticas de manejo com o rebanho, tais como: identificação, marcação, apartação, pesagem, vacinação, inseminação artificial, embarque e desembarque do gado (OLIVEIRA FILHO, 2015). Seus principais componentes são: mangas, remangas, corredores, apartadouros e embarcadouros. Segundo Quintiliano *et al.* (2014), as porteiras devem possuir entre 2,50 a 3,20 metros de largura e posicionadas no canto, para auxiliar a entrada e saída dos animais. Não é aconselhável utilizar pedras no piso do curral, assim como concreto com superfícies lisas, para evitar que os animais possam cair e se machucar.

**REMANGAS:** Fazem parte do curral. São utilizadas para acomodar o gado enquanto aguardam o manejo. Nesse local, a disponibilidade de espaço mínima deve ser de aproximadamente 4 m<sup>2</sup> por animal (QUINTILIANO *et al.*, 2014).

**MANGAS:** São subdivisões do curral e menores que a remanga. Servem para alojar grupos pequenos de animais. De acordo com Quintiliano *et al.* (2014), existem mangas de entrada e saída dos animais. São locais onde os animais são guardados antes do manejo e após o manejo, respectivamente.

**APARTADOURO:** É uma parte do curral, geralmente próxima à balança, com a finalidade de separar grupos de animais dependendo da conveniência do manejo (QUINTILIANO *et al.*, 2014). Deve-se certificar que o número de apartações condiz com o número de saídas, caso contrário, é necessário fazer a apartação em vários momentos, sempre garantindo a eficiência do manejo (COSTA *et al.*, 2008).

**EMBARCADOR:** Parte do curral com objetivo de embarque e desembarque do gado. É um corredor individual com uma rampa ao final para conexão do piso ao caminhão de transporte (OLIVEIRA FILHO, 2015). Recomendado entre 0,80 a 1,00 metros de largura e 1,80 metros de altura, com aclive de, no máximo, 25° e 2 metros terminais, sem inclinação. A altura final do embarcador deve ser de, aproximadamente, 1,40 metros, para coincidir com a carroceria do caminhão de transporte, evitando acidentes com os animais (QUINTILIANO *et al.*, 2014).

**CERCAS:** Utilizadas para dividir propriedades e dividir pastagens, construídas geralmente com lascas de madeira e arame farpado (deve ser evitado por poder causar lesões aos animais), arame liso ou arame liso eletrificado. Deve-se atentar para que a estrutura não cause ferimentos ao rebanho (OLIVEIRA FILHO, 2015). Independente da cerca a ser utilizada, é necessário que sejam feitas manutenções periódicas. A Tabela 4.1 apresenta especificações técnicas para construção destas cercas.

Tabela 4.1 - Especificações técnicas para montagem de cercas

Especificações	Tipos de cercas		
	Arame farpado	Arame liso	Elétrica
Altura (m)	1,3 a 1,5	1,3 a 1,5	0,8 a 1,5
Nº de fios	4 a 6	4 a 6	3
Espaço entre lascas (m)	2 a 3	4 a 16	15 a 30
Espaço entre esticadores (m)	100 a 200	250 a 500	250 a 500

Fonte: Oliveira Filho (2015)

**BEBEDOUROS:** Os bebedouros são responsáveis pelo fornecimento de água ao rebanho, essencial para regular várias funções do organismo animal (MEYER *et al.*, 2004). Cada categoria de animal dita seu consumo médio diário de água, dependendo ainda do clima e da alimentação. A água deve ser abundante, limpa e fresca. A estimativa é que um animal consuma entre 30 a 80 litros de água por dia (NRC, 2001).

É recomendado o uso de bebedouros e não o uso de açudes, córregos, rios ou outra fonte natural para que não ocorram danos à natureza nem ao animal. Recomenda-se, segundo Tavares e Benedetti (2011), que o bebedouro seja dimensionado a partir da quantidade de animais de cada lote, devendo ter 10 cm de bebedouro para cada animal, 65 a 85 cm de altura, 15 a 30 cm de profundidade e disponibilidade para 15 % do rebanho beber água ao mesmo tempo.

**COCHO:** Destinado ao fornecimento de alimento aos animais. Os cochos podem ser utilizados para suplementação mineral, alimentos concentrados e alimentos volumosos. Podem ser feitos de concreto, alvenaria, plástico, madeira ou até mesmo de lona, cobertos ou não. Quando utilizadas dietas mais úmidas com maior proporção de volumoso, o cocho deve ser

limpo com frequência, diferente das dietas mais secas com maior porcentagem de concentrado, a fim de evitar problemas metabólicos aos animais ou inibir seu consumo. O cocho deve ficar em local de fácil acesso ao animal e a pessoa responsável pelo seu abastecimento, em local seco e evitando perdas por vento ou chuva.

Quanto as dimensões, os cochos devem ter de 2 a 5 cm/animal quando a suplementação for mineral, de 10 a 25 cm/animal quando o suplemento for proteico e de 30 a 50 cm/animal quando os animais forem alimentados com concentrado na quantidade superior a 1 % do peso vivo. Os cochos devem ter profundidade de 30 a 50 cm para evitar que os animais joguem ração fora (OLIVEIRA FILHO, 2015). O ideal é que os cochos sejam concebidos de tal forma que todos os animais possam se alimentar ao mesmo tempo (MELO FILHO e QUEIROZ, 2011).

Outras estruturas, tais como barracões de armazenamento, se destinam a conservação de insumos (OLIVEIRA FILHO, 2015).

## **4.2.2. Sistemas Fotovoltaicos**

### 4.2.2.1. Fontes de energia

O sol é a principal fonte de energia do planeta Terra. A superfície da Terra recebe anualmente uma quantidade de energia solar suficiente para suprir milhares de vezes às necessidades mundiais no mesmo período em forma de luz e calor. Apenas uma pequena parcela dessa energia é aproveitada. Praticamente toda a energia usada pelo ser humano tem origem do sol (VILLALVA, 2015).

A energia da biomassa (matéria orgânica) tem origem na energia captada pelo sol através da fotossíntese, que é a conversão da energia da luz em energia química. A energia da água dos rios, usada pelas hidrelétricas, tem origem na evaporação, nas chuvas e no degelo, provocados pelo calor do sol. A energia dos ventos tem origem nas diferenças de temperatura e pressão na atmosfera ocasionada pelo aquecimento solar. Os combustíveis fósseis também tem origem da energia solar, pois são resultado da decomposição da matéria orgânica produzida há milhões de anos (PINHO e GALDINO, 2014).

O conceito de energia limpa é frequentemente associado às fontes renováveis, pois quando comparados aos combustíveis fósseis, por exemplo, apresentam reduzidos impactos ambientais. No entanto, vale destacar que a exploração de qualquer fonte de energia provoca alterações no meio ambiente (VILLALVA, 2015).

O aumento acelerado da demanda de energia elétrica em todo o mundo, a necessidade de diminuir a dependência de combustíveis fósseis e a preferência por fontes de energia que não poluem têm levado à busca de novas fontes de energia para a geração de eletricidade (PINHO e GALDINO, 2014).

As tradicionais fontes de energia ainda constituem a base mundial da geração de eletricidade, como por exemplo, as usinas hidrelétricas, termelétricas a carvão e petróleo e as usinas nucleares. No entanto, verificou-se a participação crescente de fontes alternativas de eletricidade em vários países: são as pequenas centrais eólicas, sistemas solares térmicos e sistemas solares fotovoltaicos (ALDABO, 2012).

No âmbito mundial, a matriz energética é composta, em sua maioria, por fontes de energia não renováveis, como o carvão, petróleo e gás natural. A participação destas componentes pode ser vista no Gráfico 4.1.

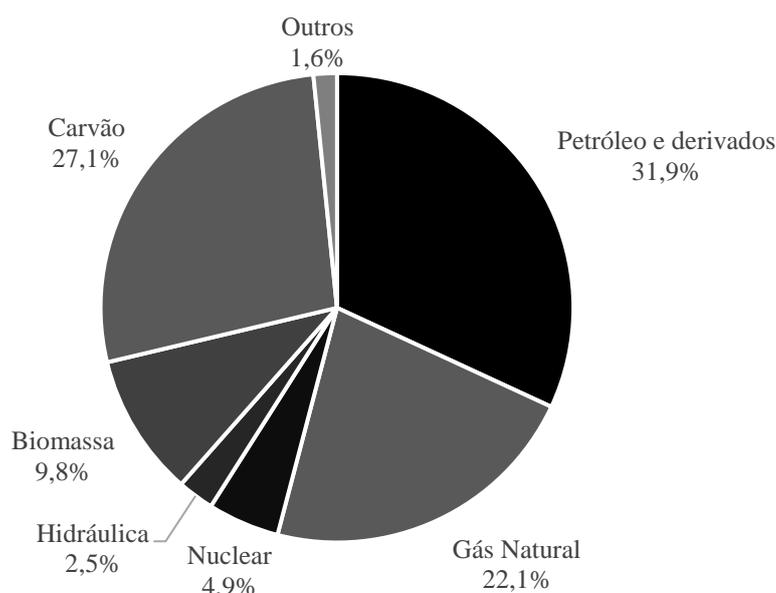


Gráfico 4.1 - Matriz energética Mundial  
Fonte: EPE (2019)

As fontes de energias limpas e renováveis, como solar, eólica e geotérmica, correspondem a cerca de 1,60 % da matriz energética mundial. Se somadas a energia hidráulica e biomassa, estas renováveis chegam a apenas 14 %.

A matriz energética brasileira (Gráfico 4.2), difere da matriz mundial, pelo fato de utilizar mais fontes de energia renovável que o restante do mundo (EPE, 2019).

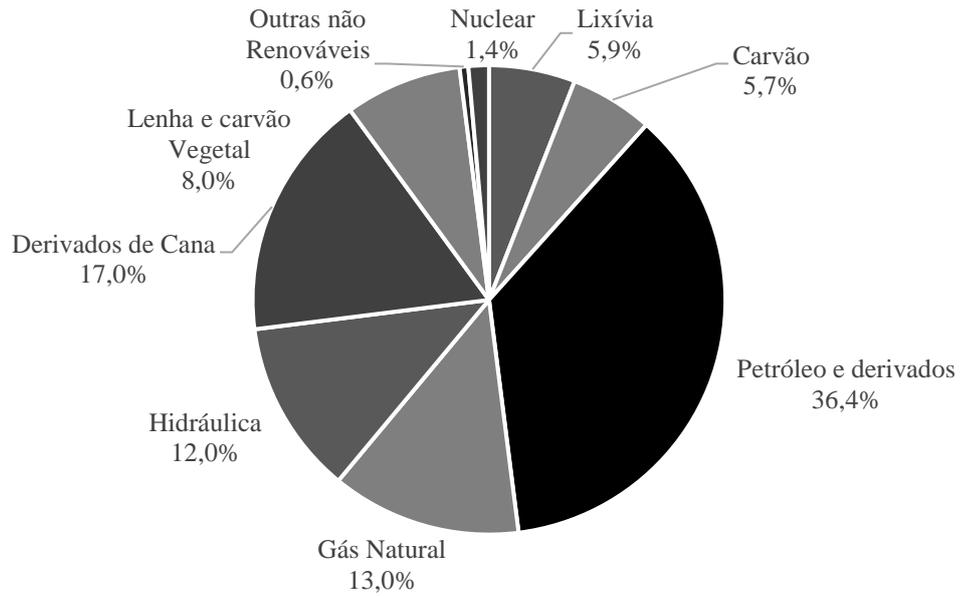


Gráfico 4.2 - Matriz energética Brasileira  
Fonte: EPE (2019)

Nota-se no Gráfico 4.2 que as fontes brasileiras de energia renovável chegam a 42 % do montante das fontes de energia brasileiras, que tem ainda, em sua maioria, fontes não renováveis.

Já a matriz elétrica, difere da matriz energética no sentido de contemplar apenas as fontes de geração de energia elétrica. A produção de energia elétrica mundial é liderada por fontes não renováveis, como carvão, óleo e gás nas termelétricas (Gráfico 4.3).

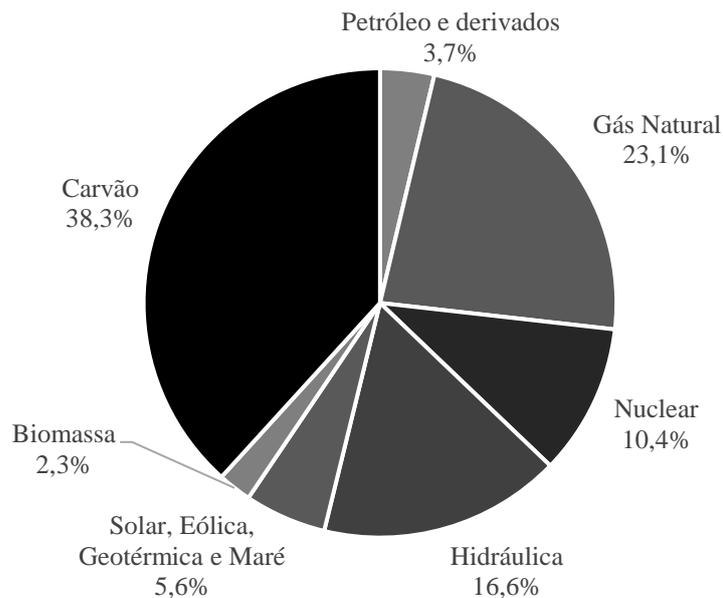


Gráfico 4.3 - Matriz Elétrica Mundial  
Fonte: EPE (2019)

Apenas 7,9 % das fontes de energia mundiais são limpas e/ou renováveis, mostrando que ainda existe muito a ser considerado no quesito conservação ambiental. O carvão e gás natural são dominantes no mercado da geração de energia elétrica no mundo. A energia solar aparece, de forma discreta, com apenas 5,6 % da matriz, ainda que somada a fonte eólica, geotérmica e das Marés.

Enquanto isso, no Brasil, a matriz elétrica é predominantemente renovável (Gráfico 4.4), tendo como principal responsável pela produção de energia elétrica, as usinas hidrelétricas, que utilizam da energia hidráulica para transformação (EPE, 2019).

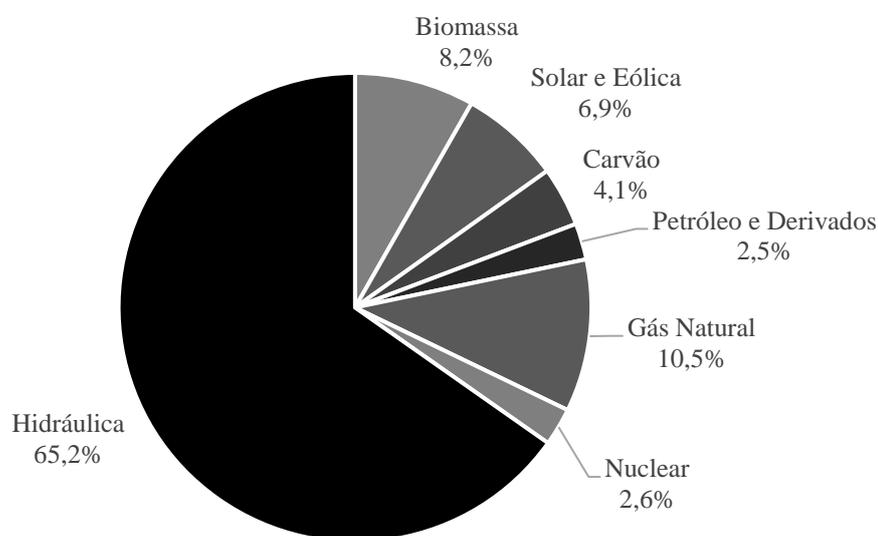


Gráfico 4.4 - Matriz Elétrica Brasileira  
Fonte: EPE (2019)

As usinas hidrelétricas representam 65,2 % da produção de energia elétrica em território nacional (Gráfico 4.4). Embora ainda apresentem números discretos, as usinas solares e eólicas (que representam 6,9 % da matriz elétrica brasileira) estão em constante crescimento no território nacional, em especial a energia solar fotovoltaica (EPE, 2019).

A ABSOLAR – Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica publicou em sua página oficial na internet ([absolar.org.br](http://absolar.org.br)), em abril de 2020, um histórico de potência instalada acumulada de fontes solares fotovoltaicas, tanto na forma centralizada (grandes usinas) como na forma de geração solar distribuída (pequenos sistemas fotovoltaicos instalados em residências, comércios, indústrias), e a projeção da potência acumulada no ano de 2020 (SAUAIA, 2020). O Gráfico 4.5 apresenta os números.

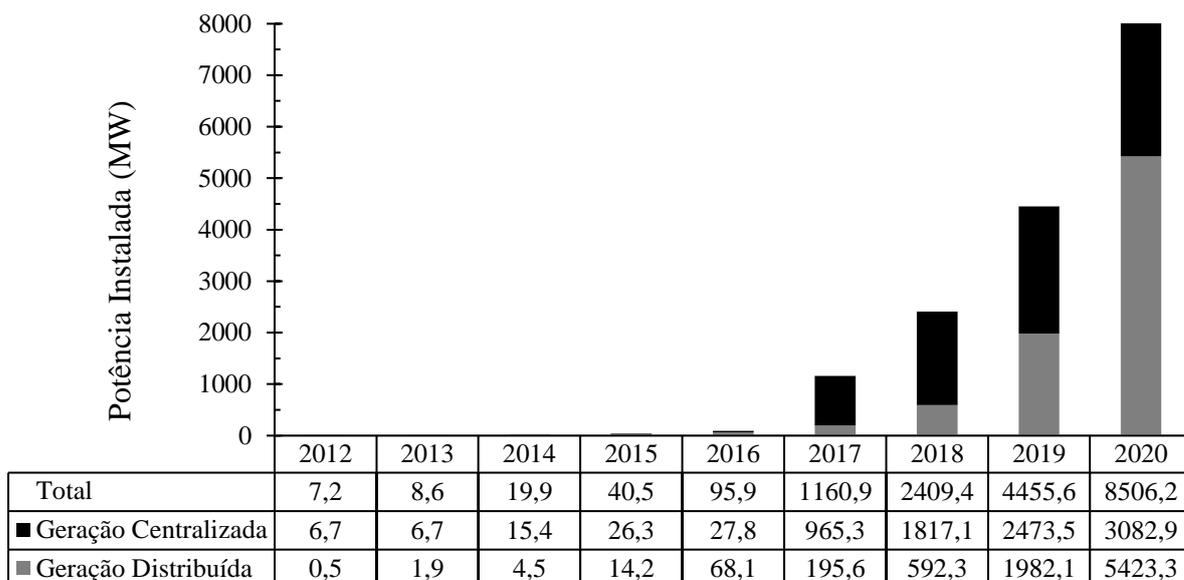


Gráfico 4.5 - Potência acumulada instalada de energia fotovoltaica no Brasil  
Fonte: Sauer (2020)

Sauer (2020) apresentou, através da ABSOLAR, dados indicativos de que, no ano de 2012, a energia solar fotovoltaica representava, na geração distribuída, um montante de 0,5 MW de potência, e passou a ter crescimento considerável a partir de 2016, com projeções de aproximadamente 5,5 MW de potência acumulada para o ano de 2020.

#### 4.2.2.2. Energia Solar

A potência é uma grandeza física que representa a quantidade de energia transportada durante um intervalo de tempo, ou ainda a taxa de variação de energia com o tempo (TIPLER e MOSCA, 2009).

Para quantificar a potência da radiação solar é utilizada a grandeza irradiância, que tem por unidade de medida  $W/m^2$  (Watt por metro quadrado). É uma potência obtida por unidade de área (PIPE, 2016).

Segundo Villalva (2015), na superfície terrestre a irradiância tem valores típicos em torno de  $1000 W/m^2$ , fazendo com que este valor seja adotado como padrão na indústria fotovoltaica para especificações e avaliações de módulos solares fotovoltaicos. Villalva (2015) ressalva que o valor é mencionado em praticamente todos os catálogos de fabricantes como medida padrão de calibragem, o que também pode ser observado no Anexo A.

Quando se mede a irradiância com um sensor ao longo do dia, pode-se obter valores de energia recebidas pelo sol por uma determinada área naquele dia. Podendo-se utilizar, desta forma, para calcular a energia ao longo de uma semana, um mês ou um ano. A Figura 4.1 ilustra

o perfil da irradiância solar ao longo do dia. Segundo Pipe (2016), fazendo a integral dos valores de irradiância ao longo do tempo (calculando a área embaixo da curva), tem-se o valor da energia recebida do sol durante o dia por unidade de área, que é chamada de insolação ou irradiação.

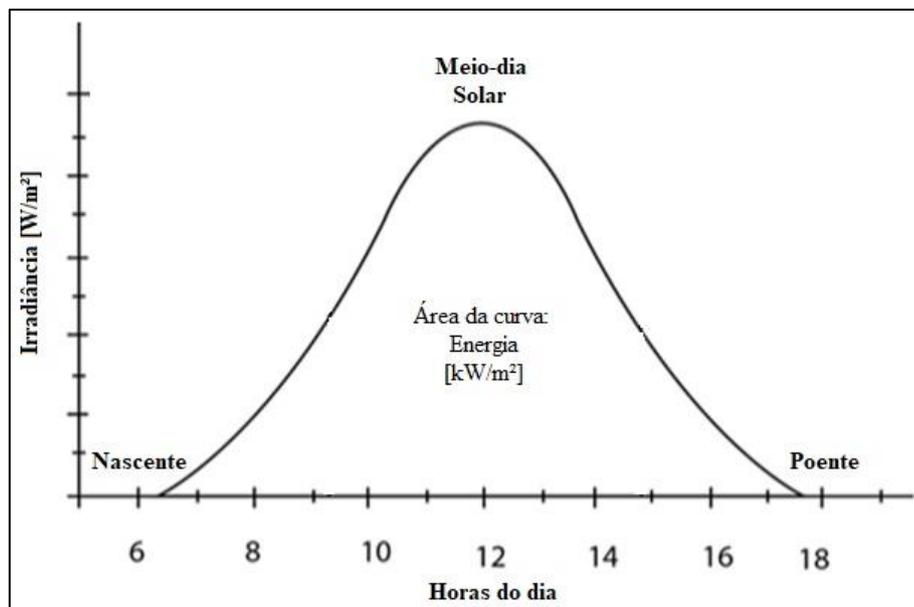


Figura 4.1 - Irradiância solar ao longo do dia  
Fonte: Villalva (2015)

A insolação é uma grandeza utilizada para mostrar a energia solar que chega em uma determinada área ao longo de um período de tempo. Tem por unidade de medida o  $\text{Wh/m}^2$  (Watt-hora por metro quadrado). Essa unidade demonstra a densidade de energia por área (PINHO e GALDINO, 2014).

Segundo Villalva (2015), a medida de insolação (ou irradiação) é muito útil para realizar o dimensionamento de sistemas solares fotovoltaicos, que podem ser encontrados em sites especializados com tabelas e mapas de insolação que fornecem valores diários expressos em  $\text{Wh/m}^2/\text{dia}$  ou  $\text{kWh/m}^2/\text{dia}$ . Um exemplo é a página do CRESESB que fornece dados após ser fornecido coordenadas (latitude e longitude), conforme ilustra o Gráfico 4.6.

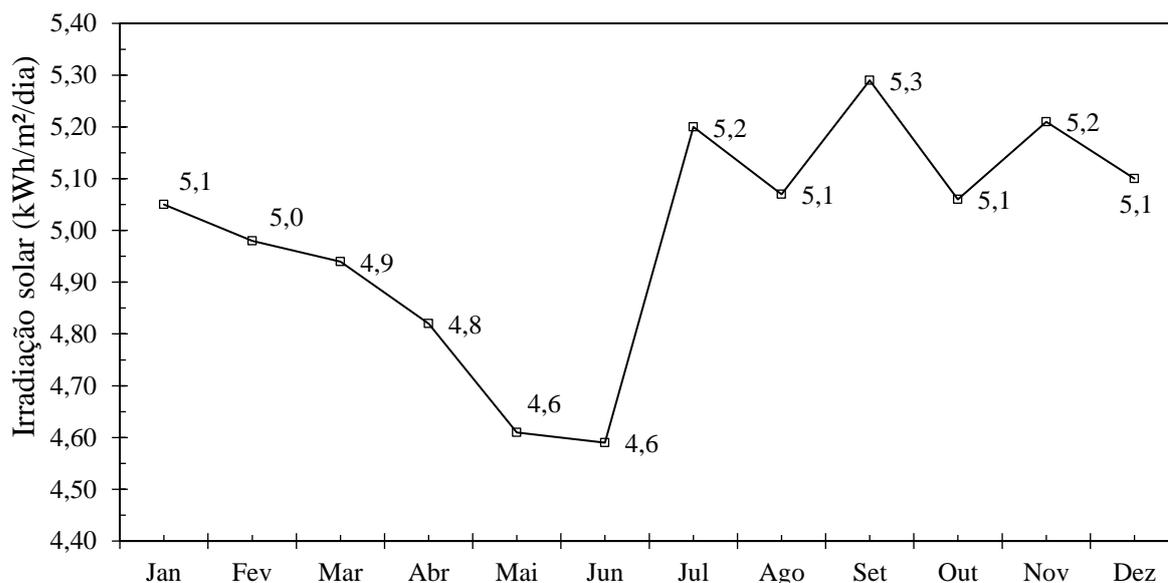


Gráfico 4.6 - Irradiação no plano horizontal em Sinop – MT  
 Fonte: CRESESB (2019)

Os valores apresentados são as médias mensais de irradiação solar no plano horizontal no município de Sinop – MT. De posse destes dados, ou até mesmo de sua média anual, é possível realizar projeções para dimensionamentos de usinas para geração de energia solar fotovoltaica, no intuito de dimensionar a quantidade de placas solares do sistema, inversor, e infraestrutura utilizadas. Nota-se que o período de menor radiação solar direta está entre os meses de abril e junho, o que prova, segundo dados meteorológicos apresentados anteriormente, que a radiação solar que chega ao plano independe da umidade do ar, da precipitação e temperatura do ar.

Com relação a orientação do módulo fotovoltaico, a melhor maneira de instalá-lo é orientá-lo com sua face voltada para o norte geográfico (quando instalado no hemisfério Sul da Terra), pois essa orientação proporciona um melhor aproveitamento da luz solar ao longo do dia, devido os raios solares incidirem sobre sua superfície durante todo o tempo, com maior incidência ao meio-dia (PINHO, 2008; ZILLES *et al.*, 2012; PINHO e GALDINO, 2014; VILLALVA, 2015; PIPE, 2016).

É muito importante também que os painéis fotovoltaicos estejam inclinados de tal forma que sua superfície forme um ângulo ótimo com os raios solares incidentes. A Figura 4.2 e Figura 4.3 ilustram a inclinação do módulo solar fotovoltaico.

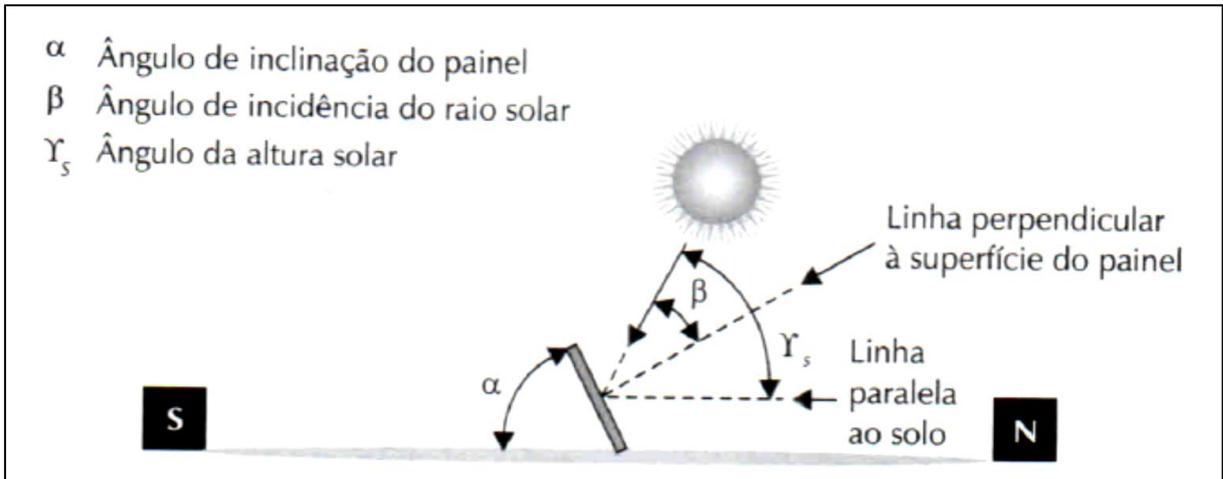


Figura 4.2 - Ângulo de inclinação do módulo e incidência de raios solares  
 Fonte: Villalva (2015)

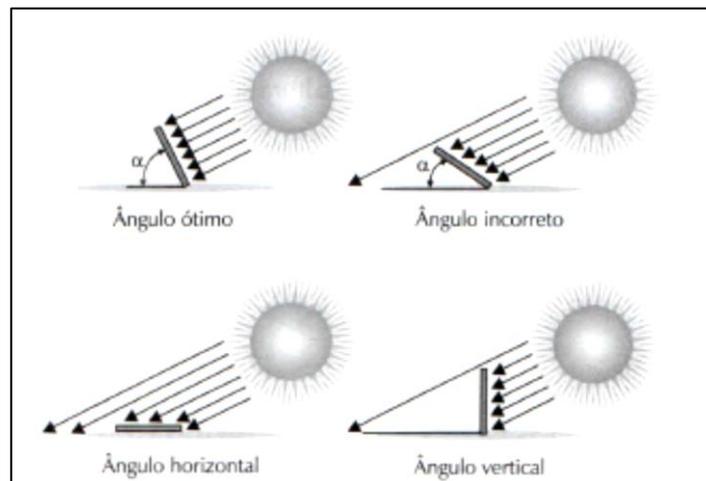


Figura 4.3 - Efeito da inclinação do módulo fotovoltaico na captação de energia  
 Fonte: Villalva (2015)

A inclinação horizontal proporciona maior produção de energia no verão, enquanto a inclinação vertical proporciona no inverno. É possível determinar uma inclinação média que possibilite uma ótima produção de energia durante o ano todo. Esse ângulo de inclinação se relaciona com a latitude do local (que pode ser conseguido através de um atlas ou uma ferramenta como o Google maps). A Tabela 4.2 mostra sugestões para a inclinação do módulo fotovoltaico para melhor aproveitamento energético.

Tabela 4.2 - Escolha do ângulo de inclinação do módulo solar fotovoltaico

Latitude geográfica do local	Ângulo de inclinação recomendado
0° a 10°	$\alpha=10^\circ$
11° a 20°	$\alpha=\text{latitude}$
21° a 30°	$\alpha=\text{latitude}+5^\circ$
31° a 40°	$\alpha=\text{latitude}+10^\circ$
41° ou mais	$\alpha=\text{latitude}+15^\circ$

Fonte: Villalva (2015)

A relação entre as médias de irradiância/insolação no plano horizontal e no plano inclinado (com ângulo de inclinação igual a latitude) para o município de Sinop, pode ser vista no Gráfico 4.7.

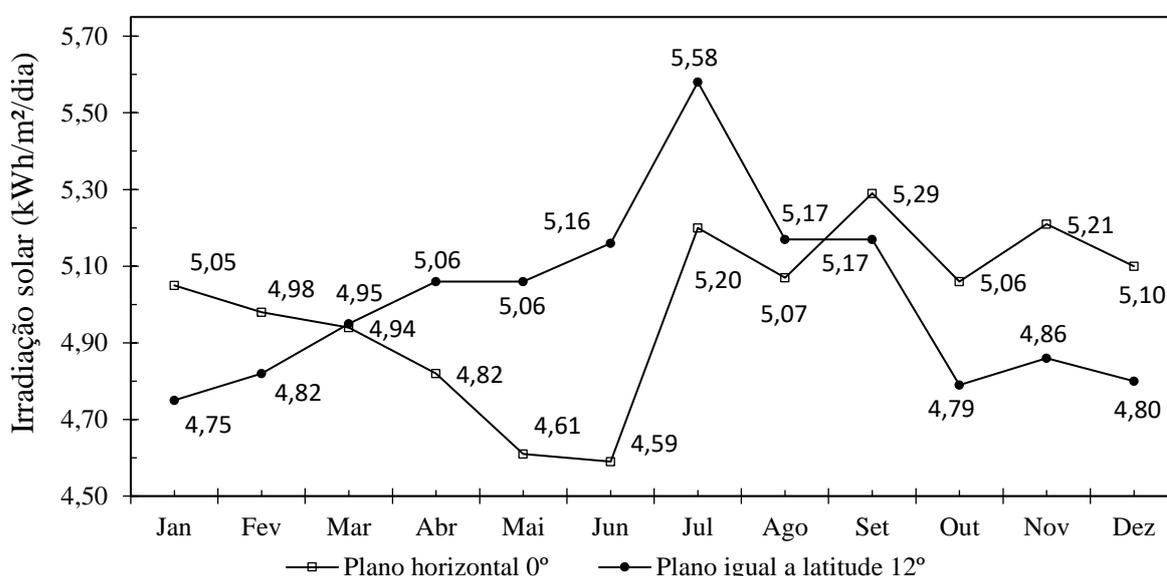


Gráfico 4.7 - Irradiação no plano inclinado igual a latitude no município de Sinop  
Fonte: CRESESB (2019)

Nota-se que, entre os meses de março e agosto, período no qual existem baixas taxas de radiação solar incidentes no plano horizontal, é possível maximizar os índices de captação de radiação solar ajustando o ângulo de inclinação das placas solares, seguindo orientações descritas na Tabela 4.2, onde, para o município de Sinop – MT, o ângulo ideal fixa-se em 12°. No caso do Gráfico 4.7, a média anual de irradiância no plano horizontal para o município de Sinop, de janeiro a dezembro, foi de 4,97 kWh/m²/dia, enquanto a média anual no mesmo local e período para irradiância no plano inclinado, foi de 5,07 kWh/m²/dia.

Além dos painéis solares, existem outros componentes que fazem parte de um sistema fotovoltaico completo, o que depende da forma como o sistema funciona, que não é único.

#### 4.2.2.3. Sistemas e Legislação do setor elétrico fotovoltaico

Os sistemas elétricos fotovoltaicos podem ser divididos em dois grandes grupos: sistemas autônomos (*Off Grid*), que transformam a energia solar em energia elétrica e a armazenam em baterias (tensão contínua), para então ser utilizada em equipamentos elétricos ou eletrodomésticos de uso residencial (em tensão alternada) por meio do inversor de tensão, que transforma tensões CC para CA, que é exemplificado na Figura 4.4, e sistemas conectados à rede elétrica (*On Grid*), que transferem toda a potência dos painéis fotovoltaicos à rede elétrica por meio do inversor de tensão (VILLALVA, 2015).

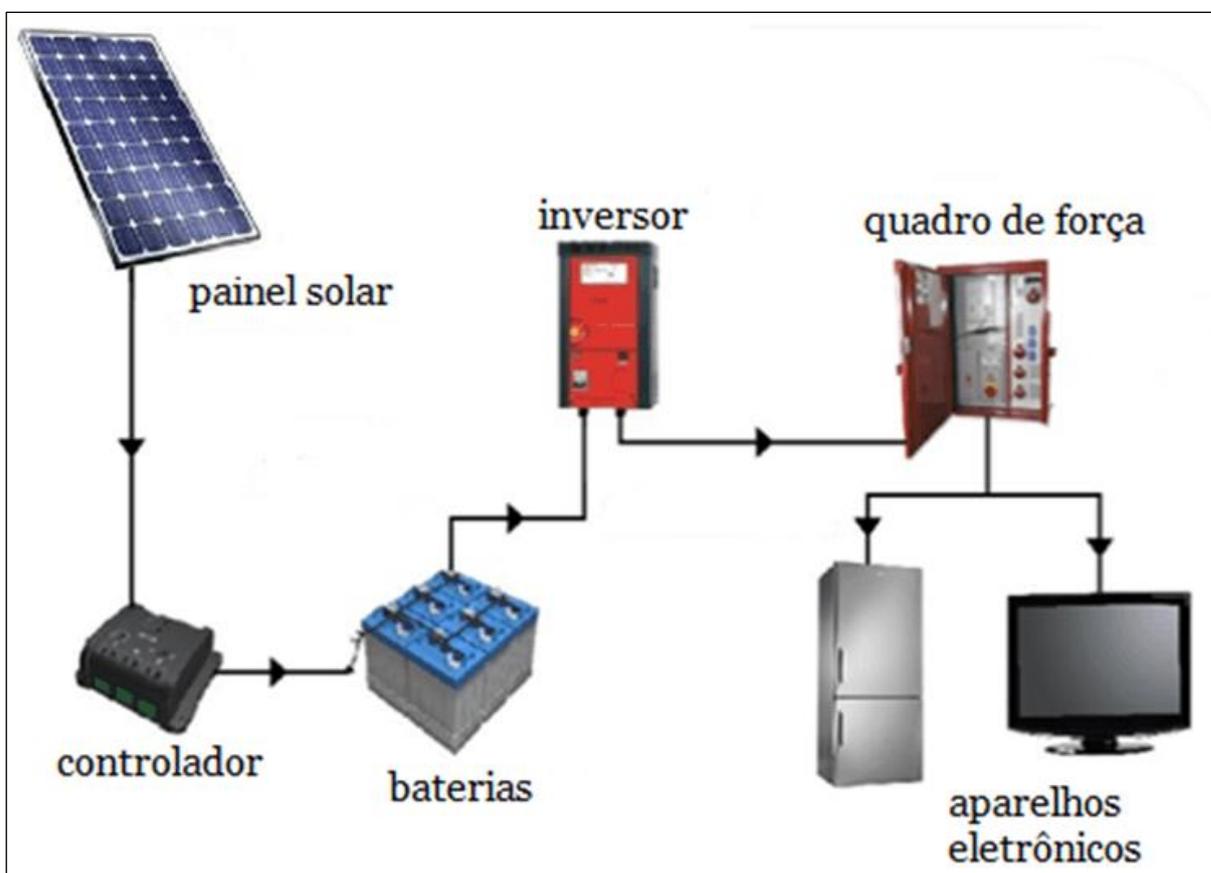


Figura 4.4 - Representação esquemática do sistema solar fotovoltaico *Off Grid*  
Fonte: Sunergia (2018)

Os sistemas conectados à rede, podem ser oriundos de unidades consumidoras de clientes do grupo B (alimentado em baixa tensão) ou do grupo A (alimentados em média tensão). Cada grupo possui legislação específica assim como normas e planos tarifários distintos. A Figura 4.5 representa um sistema fotovoltaico conectado à rede.

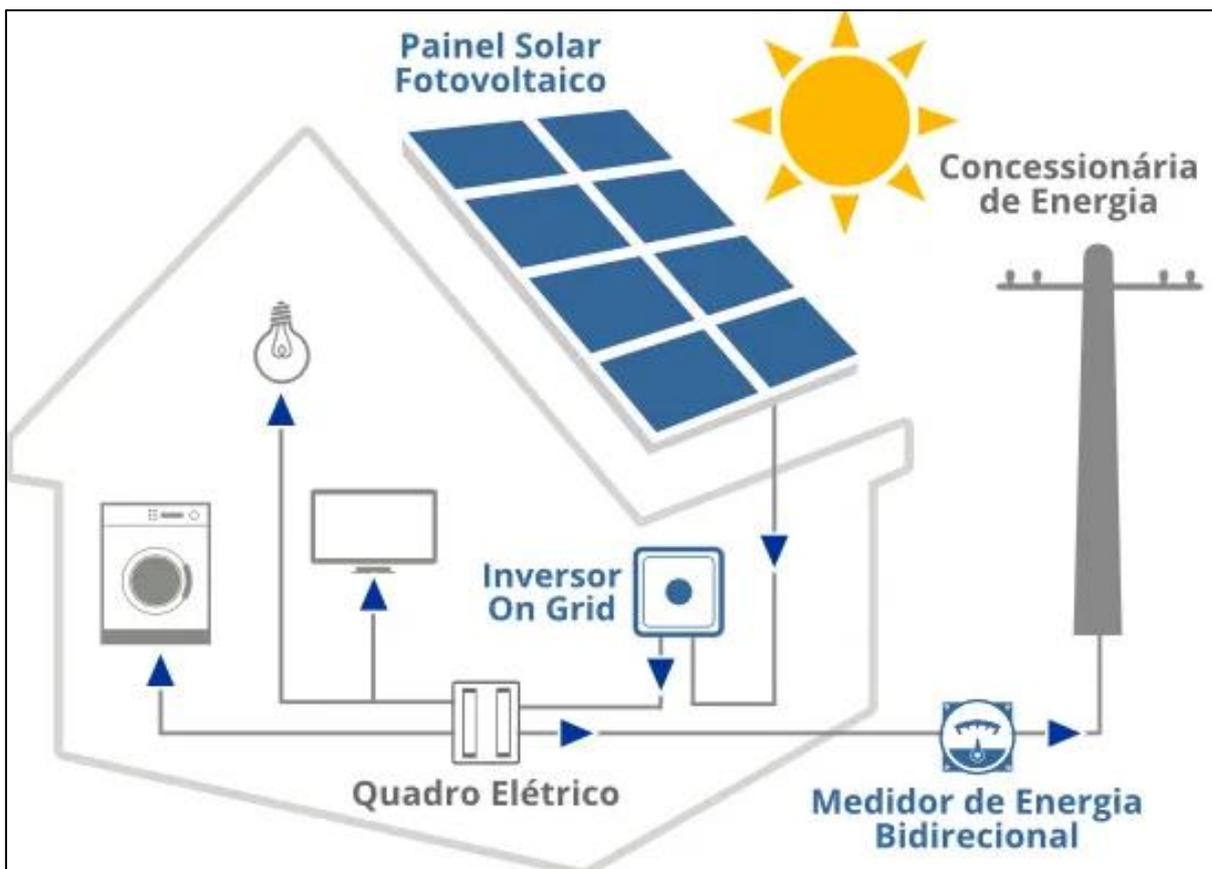


Figura 4.5 - Representação esquemática do sistema solar fotovoltaico On Grid  
 Fonte: Siqueira (2019)

A geração da energia elétrica acontece durante o intervalo de tempo de sol a pico (do nascer ao pôr do sol) onde, na maioria das vezes, os clientes residenciais não estão em suas casas. Essa energia é então entregue a rede elétrica e disponibilizada para outro consumidor, gerando créditos a quem a produziu. No período em que se fizer necessário a utilização de energia elétrica na residência, esta pode ser fornecida pelo próprio sistema fotovoltaico ou, caso seja noite, o fornecimento de energia é feito pela rede da concessionária, trocando a energia por créditos (ANEEL, 2012).

A resolução Normativa 482 da Aneel (2012), Art. 2º inciso I, classifica a central geradora de energia elétrica por meio de fontes alternativas de energia, com potência instalada menor ou igual a 75 kW, como microgeração distribuída, sendo esta gerada em baixa ou média tensão por unidades consumidoras do grupo B (ANEEL, 2010). No inciso II do mesmo artigo, classifica a central geradora com potência instalada entre 75 kW e 5 MW como minigeração distribuída, sendo esta entregue em média tensão, por unidades consumidoras do grupo A (ANEEL, 2010). Institui ainda, no Art. 2º inciso III o sistema de compensação de energia na forma de créditos, realizando a troca de energia ativa.

No Art. 7º inciso I da RN 482 da Aneel (2012), é apresentado o valor da taxa de disponibilidade cobrada dos consumidores do grupo B que, segundo a ENERGISA (Concessionária de energia elétrica do município de Sinop no Estado do Mato Grosso), deve ser o valor da moeda corrente equivalente a 30 kWh (inciso I) para consumidores monofásicos, equivalente a 50 kWh para consumidores bifásicos (inciso II) e o equivalente a 100 kWh para consumidores trifásicos (inciso III), com base no Art. 98 da Resolução 414/2010 da ANEEL (2010). O § 1º do mesmo artigo diz que “o custo de disponibilidade deve ser aplicado sempre que o consumo for inferior ao referido no artigo”. Já para o grupo A indicado no Art. 7º inciso I da RN 482 da Aneel (2012), é definido pelo Art. 104 da Resolução 414/2010 da Aneel (2010) § 1º que o valor a ser cobrado do consumidor é referente a demanda contratada, faturada em um único valor. Essa demanda de potência [kW] contratada tem valor fixo mensal (dependendo da demanda contratada) e, na fatura, também é pago o equivalente a energia consumida no mês [kWh]. No Art. 2º da RN 414/2010 da Aneel (2010) inciso LI diz que a potência gerada por um sistema gerador de energia, não pode ser superior a demanda contratada ou a carga instalada (referência aos consumidores dos grupos A e B). Dessa forma, caso o cliente grupo B queira produzir com seu sistema fotovoltaico, mais energia do que consome, tem que pedir aumento de carga para a concessionária de energia. Já o cliente do grupo A, caso queira injetar potência maior que a demanda contratada, deve pedir aumento de demanda. Todos estes requisitos seguem a regulamentação do módulo 3 do PRODIST, que teve sua última atualização em 2017 (ANEEL, 2017).

O Art. 2º da Resolução 414/2010 da Aneel (2010) coloca subclasses para o grupo A, em seu inciso XXXVII alínea a) A1 – tensão de fornecimento igual ou superior a 230 kV; alínea b) A2 – tensão de fornecimento de 88 kV a 138 kV; alínea c) A3 – tensão de fornecimento de 69 kV; alínea d) A3a – tensão de fornecimento de 30 kV a 44 kV; alínea e) A4 – tensão de fornecimento de 2,3 kV a 25 kV e alínea f) AS – tensão de fornecimento inferior 2,3 kV, a partir de sistema subterrâneo de distribuição. O inciso XXXVIII do mesmo artigo coloca subclasses para o grupo B com tensão inferior a 2,3 kV e tarifa monômnia (aplicável unicamente ao consumo), tendo a alínea a) B1 – residencial; alínea b) B2 – rural; alínea c) B3 – demais classes e alínea d) B4 – iluminação pública.

Com a RN 687 de 2015 (ANEEL, 2015), vieram melhorias para os sistemas de mini e microgeração de energia que em seu Art. 2º inciso VI autoriza empreendimento com múltiplas unidades consumidoras a gerar energia de forma coletiva, onde a potência máxima a ser gerada é a soma das potências de todas as unidades consumidoras. No inciso VII, trata da geração compartilhada, que é caracterizada pela reunião de consumidores dentro da área de atendimento

da concessionária, por meio de consórcios ou cooperativas, onde se possa gerar energia em local diferente das unidades consumidoras nas quais a energia será compensada. A potência máxima a ser produzida é a soma de todas as potências dos usuários. Já o inciso VIII trata do autoconsumo remoto, que é a geração e o consumo de energia pela mesma pessoa física ou jurídica, em locais diferentes, dentro da mesma área de atendimento da concessionária.

Para o projeto e documentação do sistema fotovoltaico, deve-se seguir ainda outras normas:

-Portaria Inmetro 004, de 04 de janeiro de 2011 – Requisitos de avaliação da conformidade para sistemas e equipamentos para energia fotovoltaica;

-Norma Regulamentadora N° 10, Segurança em Instalações e serviços em eletricidade;

-NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão;

-NBR 16149 – Sistemas fotovoltaicos (FV) – Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição;

-NBR 16274 – Sistemas fotovoltaicos conectados à rede – Requisitos mínimos para documentação.

Normas do grupo ENERGISA:

-NDU 001 – Fornecimento de energia elétrica a edificações individuais ou agrupadas até 3 unidades consumidoras;

-NDU 002 – Fornecimento de energia elétrica em tensão primária;

-NDU 013 – Critérios para a conexão em baixa tensão de acessantes de geração distribuída ao sistema de distribuição;

-NDU 015 – Critérios para conexão de acessantes de geração distribuída ao sistema de distribuição – conexão em média tensão.

Além de conhecer as instruções normativas que regulamentam os sistemas fotovoltaicos conectados à rede de distribuição, planos tarifários e classes de usuário, faz-se necessário também o conhecimento técnico na área financeira, no intuito de analisar a viabilidade de investimento em projeto fotovoltaico, o qual é objetivo desta pesquisa.

#### **4.2.3. Métodos de análise financeira**

Todo e qualquer investimento feito para execução de projetos necessita de estudos para avaliar a viabilidade da aplicação do capital, por meio de parâmetros econômicos, que auxiliam nas tomadas de decisões sobre o investimento. O processo de tomada de decisão envolve critérios lógicos e racionais, como o levantamento do fluxo de caixa, com o custo do dinheiro

no tempo, observando também, outros indicadores (KASSAI *et al.*, 2005). Um projeto pode ser considerado atraente quando seu retorno capital apresenta taxas mais significativas que outros investimentos durante o mesmo período de tempo. Fica a cargo do administrador dos recursos, avaliar a atratividade dos investimentos comparando seus respectivos retornos utilizando parâmetros econômicos, a fim de obter maior rentabilidade (LEMES JÚNIOR *et al.*, 2016). Investimento é toda a aplicação de capital para obter determinado retorno futuro, que pode ser desde a criação de uma empresa até a implantação de um projeto em uma empresa já existente.

Segundo Braga (1995), como auxílio no processo de tomada de decisão sobre um investimento, são comumente utilizados por empresas e também no meio acadêmico e científico, os modelos de fluxo de caixa, taxa mínima de atratividade (TMA), valor presente líquido (VPL), taxa interna de retorno (TIR), *payback* simples e *payback* descontado (SANTOS *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2014; ARAÚJO *et al.*, 2018; MAIER *et al.*, 2019; SOUZA JÚNIOR *et al.*, 2019).

A análise financeira das movimentações de entrada e saída de recursos de uma empresa ao longo do tempo é feita através do método denominado fluxo de caixa. Define-se fluxo de caixa como sendo uma ferramenta de organização financeira que objetiva a geração de estimativas das condições do caixa em dado período de tempo à frente (SANTOS, 2001). Segundo Braga (1995), o fluxo de caixa estima os fluxos de pagamentos e recebimentos durante a vida útil do projeto, onde devem ser computados os pagamentos e recebimentos provocados pela implantação da proposta, com as saídas líquidas de caixa e entradas líquidas de caixa (SOUZA JÚNIOR *et al.*, 2019). O fluxo de caixa se inicia no tempo 0 (zero), momento do investimento, e segue sendo analisado no tempo (mensalmente ou anualmente) (SANTOS, 2001). O Gráfico 4.8 apresenta um exemplo de fluxo de caixa.

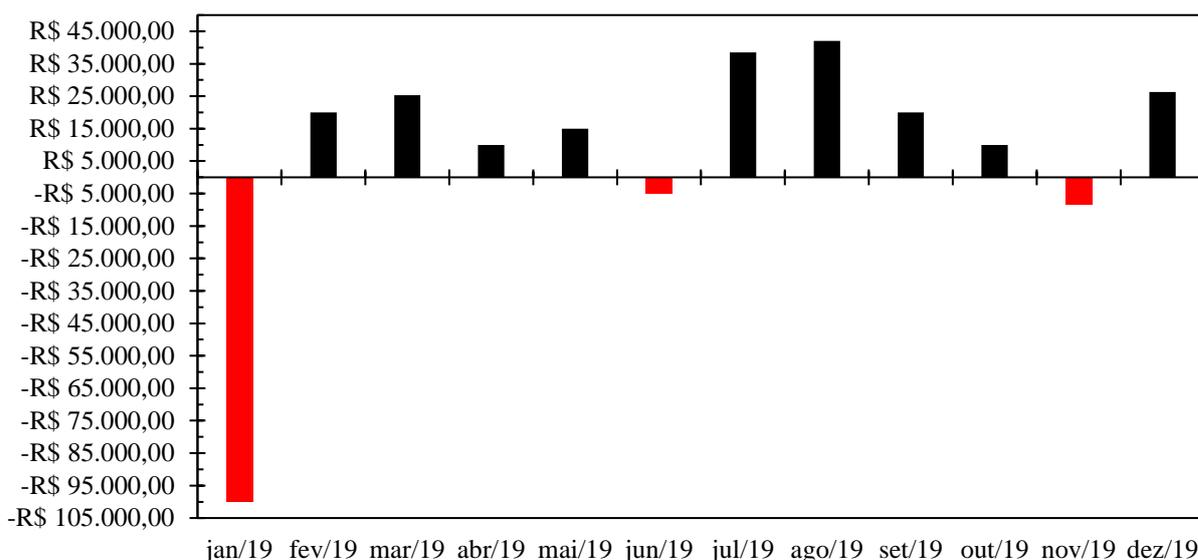


Gráfico 4.8 - Exemplo de representação gráfica de fluxo de caixa  
 Fonte: O Autor

O investimento é representado como saldo negativo no momento inicial (tempo zero), sendo demonstrado posteriormente os saldos resultantes das entradas e saídas de caixa, podendo estes serem positivos (crédito, representado na cor azul) ou negativos (débito, representado na cor vermelha).

A taxa mínima de atratividade (TMA) é a menor taxa que um investidor espera receber como rentabilidade oriunda de seu investimento. Qualquer taxa acima da TMA, que é utilizada como referência para tomada de decisões em investimentos, pode ser interessante por proporcionar ganhos que superam os riscos e o tempo do investimento (DENARDIN, 2004). Deve-se utilizar como referência, alternativas de investimento com riscos semelhantes, ou com riscos que se aproximem de zero, tendo como exemplo brasileiro os títulos do Governo Federal ou caderneta de poupança (BRAGA, 1995).

Se tratando da economia brasileira, a taxa básica de juros é chamada Taxa Selic, que é a menor taxa de atratividade que se espera obter com um investimento. É válido salientar que, quando a taxa Selic está maior que 8,5 % a.a. a poupança possui rendimento de 0,5 % da Selic ao mês + TR (taxa referencial), e quando a Selic está menor que 8,5 % a.a., a poupança possui rendimento de 70% da Selic vigente + TR (SANTOS, 2001). A Tabela 4.3 apresenta a taxa Selic mensal nos últimos anos.

Tabela 4.3 - Taxa Selic entre os anos de 2011 e 2019

Mês/Ano	TAXA SELIC %								
	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
Janeiro	0,54	0,58	1,09	1,06	0,94	0,85	0,60	0,89	0,86
Fevereiro	0,49	0,47	0,87	1,00	0,82	0,79	0,49	0,75	0,84
Março	0,47	0,53	1,05	1,16	1,04	0,77	0,55	0,82	0,92
Abril	0,52	0,52	0,79	1,06	0,95	0,82	0,61	0,71	0,84
Maió	0,54	0,52	0,88	1,11	0,99	0,87	0,60	0,74	0,99
Junho	0,47	0,52	0,81	1,16	1,07	0,82	0,61	0,64	0,96
Julho	0,57	0,54	0,80	1,11	1,18	0,95	0,72	0,68	0,97
Agosto	0,50	0,57	0,80	1,22	1,11	0,87	0,71	0,69	1,07
Setembro	0,46	0,47	0,64	1,11	1,11	0,91	0,71	0,54	0,94
Outubro	0,42	0,54	0,64	1,05	1,11	0,95	0,81	0,61	0,88
Novembro	0,43	0,49	0,57	1,04	1,06	0,84	0,72	0,55	0,86
Dezembro	0,43	0,49	0,54	1,12	1,16	0,96	0,79	0,55	0,91

Fonte: TESOURO NACIONAL (2019)

No ano de 2019 a taxa Selic esteve em 5 % a.a. Segundo Santos (2001), para que um investimento seja atrativo ao investidor, a TMA deve ser igual ou superior a este valor. Nota-se que, nos anos de 2015, 2016 e início de 2017 a taxa esteve superior a 1 % a.m., tendo quedas a partir de maio de 2018, acentuando-se em setembro do mesmo ano. Para o ano de 2019 a máxima foi de 0,57 % em julho e a mínima de 0,42 em outubro. Já no ano de 2020, no mês de abril a taxa Selic caiu para 3,75 % a.a., a menor desde 1996 (MOTTA, 2020).

Outro método bastante utilizado é o Valor Presente Líquido (VPL), que é a soma algébrica de todos os fluxos de caixa, descontados por uma taxa de juros geralmente igual ao valor da TMA, levados para o momento zero do investimento (BRAGA, 1995). O cálculo do VPL é realizado conforme a equação 4.1:

$$VPL = -I_o + \sum_{t=1}^n \frac{F_c}{(1+r)^t} \quad (4.1)$$

onde  $I_o$  é o capital inicial investido,  $t$  é o tempo do fluxo de caixa (em meses ou anos),  $n$  é a quantidade de meses ou anos totais do fluxo de caixa,  $F_c$  é o fluxo de caixa relacionado ao valor investido no projeto e  $r$  é a taxa de retorno. Segundo Santos (2001), na análise do resultado do VPL, podem ser consideradas três situações:

- $VPL > 0$  – é viável investir no projeto;
- $VPL = 0$  – o investimento no projeto é indiferente;
- $VPL < 0$  – é inviável investir no projeto.

A Taxa Interna de Retorno (TIR) considera a lucratividade do capital investido e os valores do fluxo de caixa em um único momento: é a taxa que produz um VPL igual a zero (KASSAI *et al.*, 2005). É um indicador que expõe o percentual que paga o capital aplicado de forma a resgatá-lo totalmente. Para cálculo da TIR, utiliza-se a equação 4.2:

$$-I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_c}{(1 + TIR)^t} = 0 \quad (4.2)$$

A TIR é frequentemente correlacionada à Taxa Mínima de Atratividade (TMA) nos processos de tomada de decisão acerca da viabilidade do investimento ao projeto. Para que o investimento seja viável, a TIR deve ser superior a TMA (LEMES JÚNIOR *et al.*, 2016).

O Tempo de Retorno do Investimento (*Payback*) é utilizado para analisar o tempo necessário para que o capital investido no projeto retorne ao investidor, obtido por meio da análise do fluxo de caixa do projeto (BRAGA, 1995). Segundo Santos (2001), o resultado do *payback* é comparado ao TMT (Tempo Máximo Tolerado) estipulado pelo investidor, e indica viabilidade de investimento quando o *payback* for menor que o TMT. No geral, quanto menor o *payback*, mais interessante se torna o investimento, e quanto mais amplo for o horizonte temporal, maior será o grau de incertezas nas previsões e maiores riscos, inviabilizando a aceitação do projeto (BRAGA, 1995). O autor ressalta que, embora o *payback* seja um método muito utilizado como filtro inicial na seleção de propostas de investimento, sendo muito valioso como complemento do VPL e do TIR, o *payback* é deficiente, pelo fato de não avaliar adequadamente o valor do dinheiro no tempo.

Para contornar as deficiências do *payback*, é importante fazer os descontos dos fluxos de caixa do projeto antes de calcular o tempo de retorno de investimento: este método é denominado *payback* descontado, que segue a mesma ideia do modelo anterior, visando sempre o menor tempo possível para resgate de capital (KASSAI *et al.*, 2005).

Destaca-se ainda a importância de se considerar a depreciação do bem ao longo do tempo, tendo em vista que cada bem tem uma vida útil própria. A depreciação pode ser definida, em termos contábeis, como sendo uma despesa relacionada a perda de valor do bem. O que causa a depreciação do bem é o próprio uso, a deterioração, ou até mesmo pelo bem se tornar obsoleto. Considerar este índice no fluxo de caixa, funciona como uma poupança, para aquisição de um bem novo quando a vida útil do anterior vencer, podendo o bem ao término de sua vida útil perder totalmente seu valor, ou ter ainda um valor residual (valor que o bem tem,

em termos financeiros, ao término de sua vida útil) (LIMA e SOUSA, 2005; SILVA *et al.*, 2014; SOUZA e KLIEMANN NETO, 2012). A equação 4.3 apresenta a equação para o cálculo da depreciação.

$$D_{ep} = \frac{P_i - P_f}{N} \quad (4.3)$$

onde  $D_{ep}$  é a depreciação do bem,  $P_i$  é o valor inicial do bem,  $P_f$  é o valor final (residual),  $P_i - P_f$  é o valor depreciável do bem e  $N$  é o número de anos de vida útil do bem.

### 4.3.METODOLOGIA

#### 4.3.1. Apresentação dos tratamentos

O presente estudo foi conduzido e organizado contemplando nove modelos de tratamento, em sistema intensivo, sendo caracterizados da seguinte forma:

- 1) CA2 – composto por dois piquetes a céu aberto com montante de 200 animais;
- 2) CA6 – composto por seis piquetes a céu aberto com montante de 600 animais;
- 3) CA10 – composto por dez piquetes a céu aberto com montante de 1000 animais;
- 4) CT2 – composto por dois piquetes com barracão coberto de telhas metálicas para sombreamento, com montante de 200 animais;
- 5) CT6 – composto por seis piquetes com barracão coberto de telhas metálicas para sombreamento, com montante de 600 animais;
- 6) CT10 – composto por dez piquetes com barracão coberto de telhas metálicas para sombreamento, com montante de 1000 animais;
- 7) CP2 – composto por dois piquetes com barracão coberto de telhas metálicas para sombreamento com adição de placas solares fotovoltaicas em sua cobertura, com montante de 200 animais;
- 8) CP6 – composto por seis piquetes com barracão coberto de telhas metálicas para sombreamento com adição de placas solares fotovoltaicas em sua cobertura, com montante de 600 animais;
- 9) CP10 – composto por dez piquetes com barracão coberto de telhas metálicas para sombreamento com adição de placas solares fotovoltaicas em sua cobertura, com montante de 1000 animais.

Os cenários “a céu aberto” e “barracão coberto com telhas metálicas” são formas já praticadas na pecuária, enquanto o cenário “adição de placas solares fotovoltaicas na cobertura dos barracões” foi uma proposição deste trabalho.

Com relação ao quantitativo de animais para cada tratamento, optou-se por números múltiplos de 100 para que, na concepção dos piquetes, fossem alocados grupos de 100 animais.

#### **4.3.2. Lista de materiais, serviços e orçamentos dos tratamentos**

##### 4.3.2.1. Condições iniciais para fluxo de caixa

Nos tratamentos, parte-se do princípio que a movimentação financeira não gera impostos ou tributos, não foi considerado queda e/ou elevação dos preços de insumos ou produtos ao longo dos anos sendo utilizados valores cotados, para fins de orçamento, realizados entre os meses de março e abril de 2020, levando em conta apenas a depreciação do bem e a receita anual. As dietas de adaptação, crescimento e terminação serão de mesma composição, sem a produção de matéria prima na propriedade, sendo adquiridos todos os produtos da dieta de fornecedores externos. Foram contabilizados dois períodos de confinamento, ambos com 100 dias, de 10 de maio a 18 de agosto e de 21 de agosto a 29 de novembro, para animais entre 19 e 24 meses no período de entrada, considerando a estação de monta entre os meses de dezembro e fevereiro. Os animais escolhidos para a simulação ambiental e ganho de peso, foram classificados como animais de predominância Nelore e machos inteiros. O peso inicial do animal confinado é de aproximadamente 375 kg e estima-se um peso de saída de 525 kg, considera-se um rendimento de carcaça igual a 53 %. Os índices térmicos utilizados foram do período compreendido entre 6 h e 18 h. A estimativa de ganho de peso se dá pela dieta formulada especialmente para esta situação, onde espera-se obter ganhos diários, em situação de conforto térmico, com a utilização de sombra, a média de peso de 1,50 kg/dia. Já na situação de estresse térmico, a pleno sol e sem sombra, considera-se o ganho de peso médio diário de 1,35 kg, devido ao decréscimo de 9,74 % já mencionado no capítulo 2. Considera-se como renda oriunda da produção animal, somente o peso do boi gordo adquirido durante o período de confinamento.

Com peso de entrada em 375 kg e estimativa de saída de 525 kg, tem-se uma média de peso de 450 kg. Para isso, estipula-se o ganho de peso médio diário de 1,50 kg e tem-se o CMS (Consumo de Matéria Seca) de 9,58 kg. Esse valor equivale a um CMS (%PV) (Consumo de Matéria Seca em Percentual do Peso Vivo) de 2,13 %. A composição da dieta dos animais

confinados foi baseada no BR-Corte (VALADARES FILHO *et al.*, 2010), seguindo orientações da literatura (MEDEIROS *et al.*, 2015). Os ingredientes da dieta experimental estão descritos na Tabela 4.4, em valor percentual de matéria seca (%MS):

Tabela 4.4 - Ingredientes da dieta de confinamento

<b>Ingredientes</b>	<b>%MS (percentual de matéria seca)</b>
Silagem de Milho	54,44 %
Milho em Grão	32,80 %
Soja em Grão	6,11 %
Farelo de Algodão	5,22 %
Uréia	0,84 %
Calcário Calcítico	0,52 %
Cloreto de Sódio (NaCl)	0,07 %
<b>TOTAL</b>	<b>100 %</b>

Fonte: O autor

Já a composição química da dieta, pode ser observada na Tabela 4.5, apresentada em valor percentual de nutrientes.

Tabela 4.5 - Composição Química da dieta de confinamento

<b>Ingredientes</b>	<b>Valor percentual dos nutrientes</b>
MS (%)	41,00
EM (Mcal/kg MS)	2,72
NDT (%)	71,47
PB (%MS)	14,12
PDR (%MS)	9,69
PDR (%PB)	68,62
FDN (%MS)	28,95
EE (%MS)	4,85
Ca (%MS)	0,38
P (%MS)	0,28
Mg (%MS)	0,14
Na (%MS)	0,06
K (%MS)	0,74
S (%MS)	0,11

MS – Matéria Seca, EM – Energia Metabolizável, NDT – Nutrientes Digestíveis Totais, PB – Proteína Bruta, PDR – Proteína Degradável no Rúmen, FDN – Fibra em Detergente Neutro, EE – Extrato Etéreo, Ca – Cálcio, P – Fósforo, Mg – Magnésio, Na – Sódio, K – Potássio, S – Enxofre.

Com o valor financeiro atrelado a cada ingrediente, torna-se possível o cálculo do custo da dieta por animal, e tais valores foram utilizados na composição dos fluxos de caixa da atividade de confinamento, e auxiliaram no cálculo de viabilidade econômica do investimento.

#### 4.3.2.2. Currais de confinamento

Foi elaborado, primeiramente, a lista de materiais e serviços de construção de piquetes para cada tratamento, conforme indicações de Cezar *et al.* (2005), Melo Filho e Queiroz (2011), Valle (2011), Branco (2014), Quintiliano *et al.* (2014) e Oliveira Filho (2015).

De acordo com Alencar e Pott (2003), em sistemas intensivos, geralmente é utilizado para os piquetes de confinamento, um espaço de 3 m<sup>2</sup> a 3,5 m<sup>2</sup> por animal, o que resulta em muito estresse, causando prejuízos ao bem-estar animal. No confinamento a céu aberto, é mais usual utilizar áreas maiores que 10 m<sup>2</sup>/animal. Já para Branco (2014), a densidade deve ser de 4 m<sup>2</sup>/animal em currais totalmente cobertos, 5 m<sup>2</sup> a 10 m<sup>2</sup>/animal para currais com pisos revestidos e 20 a 50 m<sup>2</sup>/animal com piso de chão batido, mencionando ainda que alguns códigos de prática e bem-estar animal recomendam no mínimo 9 m<sup>2</sup>/animal. Uma área de 12 m<sup>2</sup>/animal é recomendada por Leonídio (2010). Leão (2016) utilizou 19,8 m<sup>2</sup>/animal em seu confinamento. Lopes (2009) forneceu 2,12 m<sup>2</sup> de sombra para novilhas e notou que os animais melhoraram no ganho de peso, qualidade de carcaça e índice respiratório. Já Leão (2016) ofereceu 3,3 m<sup>2</sup>/animal de sombra, com pé direito de 4,5 m de altura. Adotou-se neste estudo, para dimensionamento dos piquetes, uma área de 15 m<sup>2</sup>/animal, que é um valor intermediário entre os sugeridos por Leonídio (2010) e Leão (2016), em um montante de 100 animais, totalizando 1500 m<sup>2</sup> de área. Já a área de sombra, quando utilizada, adotou-se 30 % do total da área do piquete, que representa 450 m<sup>2</sup>, tendo assim, área de 4,5 m<sup>2</sup>/animal de sombra (BRANCO, 2014).

Já com relação aos cochos, é aconselhável disponibilidade de cocho de 30 a 50 cm por animal, quando esses forem alimentados com concentrados, propiciando que todos os animais tenham acesso ao cocho ao mesmo tempo (OLIVEIRA FILHO, 2015). Desta forma, adotou-se para o dimensionamento dos cochos, a disponibilidade de 50 cm por animal onde, tendo 100 animais no piquete, o cocho deve ter 50 m de comprimento, que é o mesmo comprimento do piquete de confinamento. Desta forma, para que se tenha uma área útil de 1500 m<sup>2</sup>, a profundidade do piquete deve ser de 30 m, e para proporcionar 30 % de sombra (450 m<sup>2</sup>), a extensão de sombra (na direção da profundidade do piquete) deve ser de 9 m.

Para acomodar o gado na remanga, no embarque ou desembarque, é necessário, no mínimo, 4 m<sup>2</sup>/animal (QUINTILIANO *et al.*, 2014). Por este motivo a remanga foi dimensionada com 20 m x 20 m, representado no Apêndice B, assim como o detalhamento e planta baixa dos modelos de tratamento.

Segundo Garcia *et al.* (2015), o galpão deve ter aproximadamente 4,5 m de pé direito, no ponto mais baixo, e 8,5 m, no ponto mais alto (LEÃO, 2016). Estes são valores para a construção real do barracão, diferente do protótipo com pé direito de 1,5 m, que teve a única finalidade de comparar a diferença de temperatura no interior de cada modelo.

Os orçamentos de materiais para construção, peças e serviços foram orçados em empresa especializada no segmento, Agrobi, no município de Sinop – MT.

- LISTA DE ITENS DO TRATAMENTO CA2

O tratamento em questão refere-se a estrutura de confinamento bovino a céu aberto para 200 cabeças. Após o dimensionamento da estrutura de confinamento, foi feito desenho do modelo e sua planta baixa, os quais encontram-se no Apêndice B. Com os detalhamentos, foi preenchida lista de materiais e serviços para execução do projeto, conforme Tabela 4.6.

Tabela 4.6 - Orçamento de materiais para o tratamento CA2

ITEM	QUANT.	UNIDADE	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
Tábua 0,2x1,6x15mm	16	Unidade	R\$ 6,00	R\$ 96,00
Tábua 0,15x2,4x15mm	40	Unidade	R\$ 7,00	R\$ 280,00
Tábua 0,15x3x15mm	16	Unidade	R\$ 8,00	R\$ 128,00
Fechadura	8	Unidade	R\$ 70,00	R\$ 560,00
Dobradiça 2 lados	24	Unidade	R\$ 80,00	R\$ 1.920,00
Cocho	100	Metro	R\$ 120,00	R\$ 12.000,00
Mourão Ø180mm x 2,5m	21	Unidade	R\$ 50,00	R\$ 1.050,00
Mourão Ø120mm x 2,5m	155	Unidade	R\$ 35,00	R\$ 5.425,00
Arame liso	2150	Metros	R\$ 0,50	R\$ 1.075,00
Tábua 0,2x3x15mm	203	Unidade	R\$ 8,00	R\$ 1.624,00
Bebedouro	2	Unidade	R\$ 300,00	R\$ 600,00
Boia de caixa d'água	2	Unidade	R\$ 40,00	R\$ 80,00
Cano PVC p/ água	200	Metros	R\$ 6,00	R\$ 1.200,00
Parafusos	1200	Unidades	R\$ 1,20	R\$ 1.440,00
Pregos 17/27	6	Kg	R\$ 10,00	R\$ 60,00
Balancins de arame	134	Unidade	R\$ 5,00	R\$ 670,00
Esticador de arame	105	Unidade	R\$ 12,00	R\$ 1.260,00
4 x Mão de obra montagem	40	Dia	R\$ 400,00	R\$ 16.000,00
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 45.468,00</b>

Fonte: O autor

O custo de implantação do projeto CA2 foi orçado no valor de R\$ 45.468,00, com a composição de materiais e serviços.

- LISTA DE ITENS DO TRATAMENTO CA6

O tratamento CA6 apresenta estrutura de confinamento de bovinos a céu aberto com capacidade para 600 cabeças. A Tabela 4.7 apresenta a lista de materiais e serviços com suas respectivas quantidades e preços. As imagens ilustrativas e dimensões do modelo estão no Apêndice B.

Tabela 4.7 - Orçamento de materiais para o tratamento CA6

ITEM	QUANT.	UNIDADE	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
Tábua 0,2x1,6x15mm	26	Unidade	R\$ 6,00	R\$ 156,00
Tábua 0,15x2,4x15mm	65	Unidade	R\$ 7,00	R\$ 455,00
Tábua 0,15x3x15mm	26	Unidade	R\$ 8,00	R\$ 208,00
Fechadura	13	Unidade	R\$ 70,00	R\$ 910,00
Dobradiça 2 lados	39	Unidade	R\$ 80,00	R\$ 3.120,00
Cocho	300	Metro	R\$ 120,00	R\$ 36.000,00
Mourão Ø180mm x 2,5m	50	Unidade	R\$ 50,00	R\$ 2.500,00
Mourão Ø120mm x 2,5m	375	Unidade	R\$ 35,00	R\$ 13.125,00
Arame liso	5800	Metros	R\$ 0,50	R\$ 2.900,00
Tábua 0,2x3x15mm	210	Unidade	R\$ 8,00	R\$ 1.680,00
Bebedouro	6	Unidade	R\$ 300,00	R\$ 1.800,00
Boia de caixa d'água	6	Unidade	R\$ 40,00	R\$ 240,00
Cano PVC p/ água	600	Metros	R\$ 6,00	R\$ 3.600,00
Parafusos	3600	Unidades	R\$ 1,20	R\$ 4.320,00
Pregos 17/27	12	Kg	R\$ 10,00	R\$ 120,00
Balancins de arame	400	Unidade	R\$ 5,00	R\$ 2.000,00
Esticador de arame	250	Unidade	R\$ 12,00	R\$ 3.000,00
4 x Mão de obra montagem	90	Dia	R\$ 400,00	R\$ 36.000,00
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 112.134,00</b>

Fonte: O autor

Por se tratar de um projeto com capacidade três vezes maior de confinamento de animais, seu orçamento de execução no valor de R\$ 112.134,00 representa apenas 2,47 vezes o investimento no tratamento anterior.

- LISTA DE ITENS DO TRATAMENTO CA10

Para encerrar os modelos de confinamento CA (a céu aberto), foi elaborada lista de materiais e serviços que constam na Tabela 4.8, com posterior orçamento, para o projeto de confinamento para 1000 animais. Detalhamento de estrutura e planta baixa com dimensões encontram-se no Apêndice B.

Tabela 4.8 - Orçamento de materiais para o tratamento CA10

ITEM	QUANT.	UNIDADE	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
Tábua 0,2x1,6x15mm	34	Unidade	R\$ 6,00	R\$ 204,00
Tábua 0,15x2,4x15mm	85	Unidade	R\$ 7,00	R\$ 595,00
Tábua 0,15x3x15mm	34	Unidade	R\$ 8,00	R\$ 272,00
Fechadura	17	Unidade	R\$ 70,00	R\$ 1.190,00
Dobradiça 2 lados	51	Unidade	R\$ 80,00	R\$ 4.080,00
Cocho	500	Metro	R\$ 120,00	R\$ 60.000,00
Mourão Ø180mm x 2,5m	70	Unidade	R\$ 50,00	R\$ 3.500,00
Mourão Ø120mm x 2,5m	610	Unidade	R\$ 35,00	R\$ 21.350,00
Arame liso	8900	Metros	R\$ 0,50	R\$ 4.450,00
Tábua 0,2x3x15mm	203	Unidade	R\$ 8,00	R\$ 1.624,00
Bebedouro	10	Unidade	R\$ 300,00	R\$ 3.000,00
Boia de caixa d'água	10	Unidade	R\$ 40,00	R\$ 400,00
Cano PVC p/ água	1000	Metros	R\$ 6,00	R\$ 6.000,00
Parafusos	6000	Unidades	R\$ 1,20	R\$ 7.200,00
Pregos 17/27	20	Kg	R\$ 10,00	R\$ 200,00
Balancins de arame	650	Unidade	R\$ 5,00	R\$ 3.250,00
Esticador de arame	320	Unidade	R\$ 12,00	R\$ 3.840,00
4 x Mão de obra montagem	140	Dia	R\$ 400,00	R\$ 56.000,00
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 177.155,00</b>

Fonte: O autor

Fazendo comparação de forma análoga a realizada com o modelo anterior, o tratamento CA10 tem capacidade para comportar 5 vezes mais animais quando comparado com CA2. Contudo, seu custo de implantação é apenas 3,9 vezes maior.

Os itens listados nos três modelos são compostos basicamente por madeira e serviços de montagem. Esta relação capacidade/custo de implantação do projeto diminui à medida que a capacidade e/ou tamanho do projeto aumenta, apresentando assim, inicialmente, que projetos maiores que seguem este modelo “a céu aberto”, tendem a ter uma melhor relação custo-benefício.

Como proposição deste trabalho, também foram analisadas estruturas de confinamento bovino de corte com sombreamento de barracões, o que exigiu a confecção de uma lista de materiais para orçamento.

#### 4.3.2.3. Barracões

Para o quantitativo de peças e serviços dos galpões, foi utilizado o *Software* profissional Metálica 3D para simular e dimensionar a estrutura dos modelos de barracão em estrutura metálica com placa solar e sem placa solar, com comprimento de 50 m, gerando também lista de materiais. Assim, posteriormente foi calculado o quantitativo e valores de materiais para os comprimentos de 150 m e 250 m, proporcionalmente.

Para os galpões somente com cobertura metálica, utilizou-se as solicitações de peso próprio, de utilização, telhado, vento e fechamentos laterais. Já nos galpões que possuem o aditivo das placas solares, houve um acréscimo de 15 kg/m<sup>2</sup> de solicitação na cobertura devido ao peso da estrutura montada para fixação das placas solares.

As normas técnicas utilizadas como referência foram:

- ABNT NBR 7190:1997 – Projeto de estrutura de madeira
- ABNT NBR 14762:2010 – Estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio
- ABNT NBR 8800:2008 – Projeto de estrutura de aço e de estruturas mistas
- ABNT NBR 8681:2003 – Ações e seguranças nas estruturas – procedimentos
- ABNT NBR 6120:1980 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
- ABNT NBR 6123:1988 – Forças devidas ao vento em edificações
- AISC ASD 89 – American Institute of Steel Construction
- AISI 2007 – American Iron and Steel Institute
- ABNT NBR 6118:2003 – Fundações.

Os preços dos itens descritos foram cotados no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices) (SINAPI, 2020), que aparecem em tabela emitida, por Estado, com custos e composições de insumos, que se tornam um trabalho específico. Neste caso, foi escolhido a tabela SINAPI do Estado do Mato Grosso, atualizada em fevereiro de 2020.

Assim, os projetos são expostos sequencialmente.

- LISTA DE ITENS DO TRATAMENTO CT2

Neste modelo de tratamento, utilizou-se da estrutura de CA2 e foi adicionado um galpão com dimensões 4,5 m de pé direito, 24 m na largura e 50 m no comprimento.

Foi feito o estudo da sombra no interior do galpão durante os meses de confinamento (maio a novembro) utilizando software de prototipagem digital, das 7 h da manhã às 18 h. As imagens ilustrativas do barracão e seus horários são apresentados no Apêndice C.

Em posse da geometria do pórtico é que se começa a montagem da estrutura. O Pórtico projetado possui pé direito de 4,5 m, altura da cumeeira de 7,5 m, comprimento de 50 m com 11 pórticos espaçados entre si por 5 m. Tendo 5 m de corredor somado ao meio metro de cocho em cada lado e sabendo que a largura total é 24 m, tem-se 9 m de cobertura para cada piquete. Fez-se necessário fechar as laterais do galpão (entrada e saída do corredor de trato) com o mesmo material utilizado na cobertura (telhamento em galvalume) deixando apenas uma abertura de 4,5 x 5,0 m a cada lado, no intuito de não deixar a incidência direta de raios solares nos animais.

Para ensaio das estruturas, foram utilizados materiais em Aço laminado A-36 250 Mpa, os perfis em aço dobrado são em material A-36, os vergalhões são CA-50-A e o concreto C20, de uso geral.

O galpão ensaiado em *software* computacional foi montado com comprimento de 50 metros. Assim, após o dimensionamento e geração de lista de materiais e serviços, esta foi dividida em conjuntos para facilitar o orçamento dos modelos de 150 m e 250 m. A Tabela 4.9 apresenta a lista de itens, código SINAPI (SINAPI, 2020), peso e preço para as peças que compõem os pórticos, podendo, em função do comprimento do galpão acrescentar os pórticos dos quais tem-se o preço unitário.

Tabela 4.9 - Orçamento de itens dos pórticos

<b>PÓRTICOS</b>						
<b>Item</b>	<b>SINAPI</b>	<b>Quant. [Un]</b>	<b>Peça</b>	<b>Peso [kg]</b>	<b>Valor unit. [R\$]</b>	<b>Preço final</b>
Vertical do pilar	40598	4	U-Am 76x6,11	108,45	5,66	R\$ 613,83
Horizontal do pilar	40598	20	U-Am 76x6,11	60,25	5,66	R\$ 341,01
Diagonal do pilar	40598	20	U-Am 76x6,11	81,94	5,66	R\$ 463,78
Banzo inferior	40598	1	U-Am 152x12,2	289,13	5,66	R\$ 1.636,50
Banzo superior	40598	2	U-Am 152x12,2	297,08	5,66	R\$ 1.681,50
Montante	40598	2	U-Am 203x17,2	387,01	5,66	R\$ 2.190,46
Diagonal montante	40598	2	U-Am 203x17,2	630,16	5,66	R\$ 3.566,73
Montante central	40598	2	U-Am 76x6,11	35,80	5,66	R\$ 202,65
Lateral	40598	2	U-Am 152x12,1	24,07	5,66	R\$ 136,22
<b>TOTAL PARA 1 PÓRTICO</b>				<b>1.913,89</b>	<b>5,66</b>	<b>R\$ 10.832,68</b>
<b>TOTAL PARA 10 PÓRTICOS</b>				<b>19.138,90</b>	<b>5,66</b>	<b>R\$ 108.326,80</b>
<b>TOTAL PARA 11 PÓRTICOS</b>				<b>21.052,79</b>	<b>5,66</b>	<b>R\$ 119.159,48</b>

Fonte: O Autor

Cada pórtico tem 1.913,89 kg ao custo de R\$ 10.832,68. O barracão do modelo CT2 foi projetado para suprir a necessidade de 50 m de comprimento e utiliza 11 pórticos, com um total de 21.052,79 kg ao custo de R\$ 119.159,48. O total de 10 pórticos apresentado, foi calculado para ser utilizado na composição das estruturas com 150 m e 250 m. Com relação as peças que compõem o pórtico, são em sua totalidade perfis “U” (série americana) em aço laminado A-36 250 Mpa com 8,7 mm de espessura.

A Tabela 4.10 apresenta lista de materiais das terças de cobertura.

Tabela 4.10 - Orçamento de materiais das terças de cobertura para galpão de 50 m

<b>TERÇAS</b>						
<b>Item</b>	<b>SINAPI</b>	<b>Quant. [Un]</b>	<b>Peça</b>	<b>Peso [kg]</b>	<b>Valor unit. [R\$]</b>	<b>Preço final</b>
Terça lateral	40598	18	CR 100x70x3	5.510,70	5,66	R\$ 31.190,56
Terças	40598	2	CR 127x50x2,28	442,08	5,66	R\$ 2.502,18
<b>TOTAL</b>				<b>5.952,78</b>	<b>5,66</b>	<b>R\$ 33.692,74</b>

Fonte: O Autor

As terças foram detalhadas separadamente para compor um kit de 50 m para compor o restante das estruturas. O Galpão de 150 m utiliza três vezes o montante da tabela e o galpão de 250 m utiliza 5 vezes o total de terças da tabela. O barracão de 50 m foi idealizado de forma a ter duas águas (duas caídas do telhado), cada uma utilizando 9 terças de aço dobrado em material A-36 com perfil CR com 3 mm de espessura, além de duas terças laterais utilizadas no fechamento das treliças, dobradas em perfil CR no aço A-36 com espessura de 2,28 mm.

Quanto a fundação, foi dividida em sapatas e vigas de maneira individualizada, afim de facilitar a composição dos preços da estrutura, haja isto que cada modelo de barracão utiliza um

número diferente de sapatas e vigas. A Tabela 4.11 apresenta a lista de itens e preços de acordo com a tabela SINAPI (2020) para materiais e composições das sapatas de fundação.

Tabela 4.11 - Orçamento de itens de sapatas de fundação

<b>SAPATAS</b>					
<b>Item</b>	<b>SINAPI</b>	<b>Medida</b>	<b>Quant.</b>	<b>Valor unit. [R\$]</b>	<b>Preço final</b>
Vergalhão ½”	43055	kg	9,55	4,47	R\$ 42,69
Concreto C20	1524	m <sup>3</sup>	0,33	391,00	R\$ 129,03
Servente	88316	h	2,00	15,91	R\$ 31,82
Pedreiro	88309	h	2,00	19,81	R\$ 39,62
<b>TOTAL PARA 1 SAPATA</b>					<b>R\$ 243,16</b>
<b>TOTAL PARA 20 SAPATAS</b>					<b>R\$ 4.863,17</b>
<b>TOTAL PARA 22 SAPATAS</b>					<b>R\$ 5.349,49</b>

Fonte: O autor

O custo unitário de cada sapata é de R\$ 243,16, composta por vergalhões de Ø1/2” armados e 0,33 m<sup>3</sup> de concreto C20. Considerando o modelo de barracão para 200 animais, que utiliza 22 sapatas, o conjunto de sapatas tem o custo de R\$ 5.349,49. O valor calculado para 20 sapatas foi utilizado para a composição dos galpões de 150 m e 250 m.

A Tabela 4.12 apresenta lista de itens e preços das vigas de fundação.

Tabela 4.12 - Orçamento de itens de vigas de fundação

<b>VIGAS</b>					
<b>Item</b>	<b>SINAPI</b>	<b>Medida</b>	<b>Quant.</b>	<b>Valor unit. [R\$]</b>	<b>Preço final</b>
Vergalhão 8mm	00033	kg	7,80	5,47	R\$ 42,67
Vergalhão ½”	43055	kg	21,00	4,47	R\$ 93,87
Concreto C20	1524	m <sup>3</sup>	0,68	391,00	R\$ 265,88
Servente	88316	h	2,00	15,91	R\$ 31,82
Pedreiro	88309	h	2,00	19,81	R\$ 39,62
<b>TOTAL PARA 1 VIGA</b>					<b>R\$ 473,86</b>
<b>TOTAL PARA 20 VIGAS</b>					<b>R\$ 9.477,12</b>

Fonte: O autor

As vigas são elementos que formam a fundação do barracão juntamente com as sapatas. É constituída pelo conjunto de quatro vergalhões Ø1/2” armados de modo assumir a forma de um quadrado 40 x 40 cm com armação de estribos de vergalhão Ø8 mm. Cada viga acabada, tem o custo de R\$ 473,86, já contando com 0,68 m<sup>3</sup> de concreto utilizados, e o montante de 20 vigas, que é utilizado para compor um módulo de 50 m de comprimento de barracão, tem o custo total de R\$ 9.477,12. Foram utilizados os valores base para materiais e composições apresentados na tabela SINAPI (2020), para o Estado do Mato Grosso.

No quesito cobertura e uso de telhas onduladas galvalume, o galpão também foi dividido por parte para facilitar a contagem e orçamento dos itens e composições. A cobertura foi projetada com duas quedas (duas águas) para todos os módulos de galpão de 50 metros de comprimento. Cada água possui 606 m<sup>2</sup> de área total de telhamento, tendo a cobertura total 1212 m<sup>2</sup>. Cada platibanda lateral possui uma área de 50 m<sup>2</sup>, totalizando 100 m<sup>2</sup>. O fechamento frontal e traseiro (lesto – oeste) do galpão, utilizado no intuito de minimizar a incidência de radiação solar direta nos animais nas primeiras e últimas horas do dia (sol nascente e sol poente), possui área total de fechamento com telhamento, de 133 m<sup>2</sup> cada lado, sendo 266 m<sup>2</sup> o galpão fechado dos dois lados. A soma algébrica de todas as medidas apresentadas, resulta em uma área total de 1578 m<sup>2</sup> para um galpão acabado com 50 m de comprimento. Nos outros modelos de barracão, foram feitas composições com as situações indicadas na Tabela 4.13, sendo galpão com 1 (uma) lateral aberta e galpão com 2 (duas) laterais abertas. O valor unitário por m<sup>2</sup> já está incluso a mão de obra de instalação (SINAPI, 2020).

Tabela 4.13 - Detalhamento de telhamento do galpão de 50 m

TELHAMENTO						
Situação	Serviço	SINAPI	Medida	Quant.	Valor unit. [R\$]	Preço final
Galpão Fechado	Telhamento com telha de alumínio	94213	m <sup>2</sup>	1578	41,80	R\$ 65.960,40
1 lateral aberta	Telhamento com telha de alumínio	94213	m <sup>2</sup>	1445	41,80	R\$ 60.401,00
2 laterais abertas	Telhamento com telha de alumínio	94213	m <sup>2</sup>	1312	41,80	R\$ 54.841,60

Fonte: O autor

Na montagem de um barracão de 150 m, foi considerado a utilização de 3 módulos de 50 m de comprimento, utilizando, no tocante ao telhamento, 1 módulo central com as duas laterais abertas e 2 módulos nas extremidades com uma lateral aberta. O barracão de 250 m segue a mesma ideia de montagem em módulos. No caso CA2, com 50 m de comprimento, o custo total do telhamento foi de R\$ 65.960,40.

Outros itens diversos utilizados na construção do galpão, foram inseridos na Tabela 4.14.

Tabela 4.14 - Quantitativo de insumos do galpão de 50 m

INSUMOS					
SINAPI	Descrição	Medida	Quant.	Valor unit. [R\$]	Preço final
6160	Soldador com encargos	h	120	14,32	R\$ 6.873,60
4302	Parafusos diversos	Unid.	400	2,93	R\$ 1.172,00
<b>TOTAL</b>					<b>R\$ 8.045,60</b>

Fonte: O autor

Caracterizado como insumos, a mão de obra do soldador juntamente com parafusos utilizados na montagem da estrutura metálica, tiveram um custo, para o barracão de 50 m de comprimento, de R\$ 8.045,60 (SINAPI, 2020).

Ao término da divisão de todos os componentes estruturais do galpão de 50 metros de comprimento, foram identificados na Tabela 4.15, os materiais e composições necessários para a execução do projeto do tratamento CT2, onde somente o galpão tem um custo de R\$ 241.684,83 e, quando somado ao tratamento CA2 (Curral a céu aberto, que é a base para a montagem do barracão) que tem custo de R\$ 45.468,00, gera um custo de investimento total de R\$ 287.152,83.

Tabela 4.15 - Custo de investimento do tratamento CT2

<b>GALPÃO PARA O TRATAMENTO CT2 (50 m)</b>			
<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Valor unit. [R\$]</b>	<b>Preço final</b>
Pórtico	11	10.832,68	R\$ 119.159,48
Terças	1	33.692,74	R\$ 33.692,74
Sapatas	22	243,16	R\$ 5.349,49
Vigas	20	473,86	R\$ 9.477,12
Telhamento	1578	41,80	R\$ 65.960,40
Insumos	1	8.045,60	R\$ 8.045,60
<b>TOTAL GALPÃO</b>			<b>R\$ 241.684,83</b>
<b>CA2</b>			<b>R\$ 45.468,00</b>
<b>TRATAMENTO CT2 COMPLETO</b>			<b>R\$ 287.152,83</b>

Fonte: O autor

O tratamento CT2 foi construído virtualmente com *software* de prototipagem digital, e seus detalhes podem ser visualizados na imagem ilustrativa da Figura 4.6.



Figura 4.6 - Imagem ilustrativa do tratamento CT2 completo

Fonte: O autor

A apresentação da imagem ao leitor teve como propósito proporcionar a visualização da materialização do que até então era abstrato, na apresentação de números e ideias: a visão do conjunto completo. É possível observar as cercas, os corredores, curral de manobra, piquetes de confinamento, bebedouro, porteiras, corredor de trato, cochos, estrutura metálica do barracão, cobertura, fechamentos laterais, proporções do barracão e piquetes (altura, comprimento e largura), área destinada à sombra e a proporção de área não sombreada.

- LISTA DE ITENS DO TRATAMENTO CT6

O tratamento CT6 contempla um galpão com 150 metros de comprimento montado em uma estrutura do tratamento CA6.

Apresentados anteriormente de forma separada, os elementos e composições que formam o galpão do tratamento CT6 são apresentados na Tabela 4.16, juntamente com o tratamento CA6 para formar o custo de investimento total de CT6.

Tabela 4.16 - Custo de investimento do tratamento CT6

<b>GALPÃO PARA O TRATAMENTO CT6 (150 m)</b>			
Item	Quant.	Valor unit. [R\$]	Preço final
Pórtico	31	10.832,68	R\$ 335.813,08
Terças	3	33.692,74	R\$ 101.078,22
Sapatas	62	243,16	R\$ 15.075,92
Vigas	60	473,86	R\$ 28.431,60
Telhamento	4202	41,80	R\$ 175.643,60
Insumos	3	8.045,60	R\$ 24.136,80
<b>TOTAL GALPÃO</b>			<b>R\$ 680.178,87</b>
<b>CA6</b>			<b>R\$ 112.134,00</b>
<b>TRATAMENTO CT6 COMPLETO</b>			<b>R\$ 792.312,87</b>

Fonte: O autor

O modelo CT6 tem capacidade 3 vezes maior de acomodação de animais quando comparado com o tratamento CT2, porem, seu custo de implantação é apenas 2,76 vezes maior, totalizando R\$ 792.312,87. Os demais elementos de estrutura, são idênticos aos itens apresentados em blocos, anteriormente.

A Figura 4.7 é uma representação digital em modelo 3D do tratamento CT6 completo.



Figura 4.7 - Imagem ampla do tratamento CT6  
Fonte: O autor

É possível, através de imagem, ter noção da grandeza do empreendimento ao qual se refere este projeto. Composto por 6 piquetes de confinamento com 1500 m<sup>2</sup> cada um, com capacidade para confinamento de 600 animais, possui corredores, porteiras, curral de manobra, embarcadouro, corredor de trato, e um barracão com 150 m de comprimento, que, com seus 24 m de largura (tendo 5 m de corredor e dois cochos de 0,5 m), proporciona um alcance de 9 m de sombra nas proximidades do cocho, totalizando 450 m<sup>2</sup> de sombra em cada piquete.

- LISTA DE ITENS DO TRATAMENTO CT10

O último modelo proposto de tratamento com barracão de sombreamento, nomeado CT10, contempla um galpão com 250 metros de comprimento montado na estrutura do tratamento CA10. A Tabela 4.17 apresenta os itens que compõem o tratamento, suas quantidades e custos.

Tabela 4.17 - Custo de investimento do tratamento CT10

<b>GALPÃO PARA O TRATAMENTO CT10 (250 m)</b>			
<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Valor unit. [R\$]</b>	<b>Preço final</b>
Pórtico	51	10.832,68	R\$ 552.466,67
Terças	5	33.692,74	R\$ 168.463,69
Sapatas	102	243,16	R\$ 24.802,17
Vigas	100	473,86	R\$ 47.385,60
Telhamento	6826	41,80	R\$ 285.326,80
Insumos	5	8.045,60	R\$ 40.228,00
<b>TOTAL GALPÃO</b>			<b>R\$ 1.118.672,93</b>
<b>CA10</b>			<b>R\$ 177.155,00</b>
<b>TRATAMENTO CT10 COMPLETO</b>			<b>R\$ 1.295.827,93</b>

Fonte: O autor

Os elementos e composições que formam o galpão do tratamento CT10 são apresentados na

O Modelo CT10 comporta cinco vezes mais animais que CT2, enquanto o custo é de apenas 4,51 vezes seu valor. Esta relação capacidade/custo de implantação do projeto, novamente diminuiu à medida que a capacidade e/ou tamanho do projeto aumentou, tendendo a ter uma boa relação custo-benefício, assim como o modelo CA.

Representa o tratamento CT10 completo, a Figura 4.8, que foi modelada digitalmente.

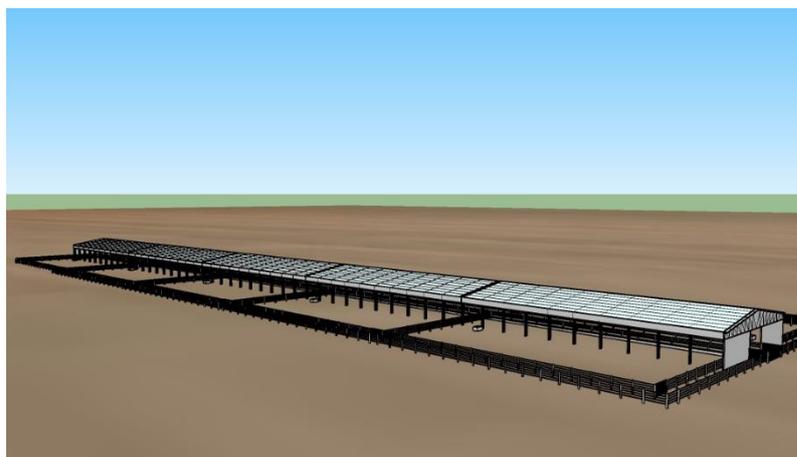


Figura 4.8 - Imagem ampla do tratamento CT10  
Fonte: O autor

O projeto em questão é composto por 10 piquetes de confinamento com 1500 m<sup>2</sup> cada, com capacidade para 1000 animais confinados, com estrutura de barracão de 250 m de comprimento capaz de proporcionar sombra no equivalente a 30% da área total do piquete. Como última proposta de modelo de tratamento deste projeto, foram também analisadas as estruturas de confinamento com barracões e a adição de placas solares fotovoltaicas em sua cobertura, o que exigiu novos cálculos estruturais de barracões, no intuito de suportar a carga extra no telhado com a estrutura fotovoltaica, e dimensionamentos elétricos para produção de lista de materiais e serviços para orçamento dos modelos.

#### 4.3.2.4. Energia solar fotovoltaica

O tratamento CP (cobertura metálica com adição de placas solares fotovoltaicas) contou novamente com a colaboração técnica do aluno de mestrado do PPGINDE, Esp. Milleno Ramos de Souza, engenheiro civil e especialista em estruturas. Simulou em *software* computacional de dimensionamento e análise de estruturas, os modelos de barracão de estrutura metálica com

placa solar, com comprimento de 50 m, gerando também lista de materiais. Assim, posteriormente pode-se calcular o quantitativo e valores de materiais para os comprimentos de 150 m e 250 m.

Para os galpões, utilizou-se as solicitações de peso próprio, de utilização, telhado, vento, fechamentos laterais e uma solicitação extra das placas fotovoltaicas, equivalente a 15 kg/m<sup>2</sup> na cobertura devido ao peso da estrutura montada para fixação das placas solares. Após redimensionamento, notou-se que, de todos os elementos da estrutura do barracão, aquelas que sofreram alteração foram o banzo inferior e superior das treliças dos pórticos e também a altura das terças da cobertura. O restante permaneceu como descrito no modelo CT.

Os preços dos itens descritos na estrutura metálica foram cotados no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custo e Índices) (SINAPI, 2020), que aparecem em tabela emitida na página oficial da Caixa Econômica Federal, por Estado, com custos e composições de insumos. Neste caso, foi escolhido a tabela SINAPI do Estado do Mato Grosso, atualizada em fevereiro de 2020. Os dimensionamentos dos sistemas fotovoltaicos com conexão à rede de distribuição, seguiram normas da ANEEL e da concessionária de energia elétrica local, a ENERGISA. Quanto a lista de materiais e orçamentos de peças e serviços para as instalações fotovoltaicas, foi realizado junto a empresa especializada no setor, que atua no município de Sinop, LW engenharia, que fez orçamento dos itens com o valor do mercado regional. Assim, os projetos são expostos sequencialmente.

- LISTA DE ITENS DO TRATAMENTO CP2

Os valores atualizados dos perfis metálicos dos pórticos para as solicitações de estrutura pelas placas fotovoltaicas, estão descritos na Tabela 4.18.

Tabela 4.18 - Valores atualizados dos pórticos para o tratamento CP

<b>PÓRTICOS</b>						
<b>Item</b>	<b>SINAPI</b>	<b>Quant. [Un]</b>	<b>Peça</b>	<b>Peso [kg]</b>	<b>Valor unit. [R\$]</b>	<b>Preço final</b>
Vertical do pilar	40598	4	U-Am 76x6,11	108,45	5,66	R\$ 613,83
Horizontal do pilar	40598	20	U-Am 76x6,11	60,25	5,66	R\$ 341,01
Diagonal do pilar	40598	20	U-Am 76x6,11	81,94	5,66	R\$ 463,78
Banzo inferior	40598	1	U-Am 152x15,6	300,28	5,66	R\$ 1.699,58
Banzo superior	40598	2	U-Am 152x15,6	308,54	5,66	R\$ 1.746,32
Montante	40598	2	U-Am 203x17,2	387,01	5,66	R\$ 2.190,46
Diagonal montante	40598	2	U-Am 203x17,2	630,16	5,66	R\$ 3.566,73
Montante central	40598	2	U-Am 76x6,11	35,80	5,66	R\$ 202,65
Lateral	40598	2	U-Am 152x12,1	24,07	5,66	R\$ 136,22
<b>TOTAL PARA 1 PÓRTICO</b>				<b>1.936,48</b>	<b>5,66</b>	<b>R\$ 10.960,49</b>
<b>TOTAL PARA 10 PÓRTICOS</b>				<b>19.364,80</b>	<b>5,66</b>	<b>R\$ 109.604,93</b>
<b>TOTAL PARA 11 PÓRTICOS</b>				<b>21.301,28</b>	<b>5,66</b>	<b>R\$ 120.565,42</b>

Fonte: O autor

Como mencionado anteriormente, as peças que sofreram alterações foram banzo superior e inferior e as terças de cobertura para a estrutura de barracão com capacidade para suportar em sua cobertura a instalação fotovoltaica. O banzo inferior passou de 289,13 kg para 300,28 kg por pórtico. O banzo superior passou de 297,08 kg para 308,54 kg por pórtico. A diferença de peso de 22,61 kg refletiu no aumento de custo em R\$ 127,81 por pórtico. O custo total para 10 e 11 pórticos foi apresentado para compor, modularmente, os três modelos de barracão.

A atualização dos valores das terças é apresentada na Tabela 4.19.

Tabela 4.19 - Valores atualizados das terças para o tratamento CP

<b>TERÇAS</b>						
<b>Item</b>	<b>SINAPI</b>	<b>Quant. [Un]</b>	<b>Peça</b>	<b>Peso [kg]</b>	<b>Valor unit. [R\$]</b>	<b>Preço final</b>
Terça lateral	40598	18	CR 200x75x2,66	6.953,40	5,66	R\$ 39.356,09
Terças	40598	2	CR 127x50x2,28	442,08	5,66	R\$ 2.502,18
<b>TOTAL</b>				<b>7.395,50</b>	<b>5,66</b>	<b>R\$ 41.858,27</b>

Fonte: O autor

As 18 terças de cobertura passaram de 100x70 mm na chapa 3mm para as medidas de 200x75 mm na chapa 2,66 mm, o que provocou um aumento de peso total de 1.442,70 kg, com o acréscimo de custo em R\$ 8.165,53 por módulo de 50 m. As duas terças laterais das treliças permaneceram as mesmas. Os barracões deste modelo têm as mesmas dimensões do tratamento CT, que é apresentado no Apêndice C.

A área total de uma água do módulo de barracão com 50 m, é de 606 m<sup>2</sup>, onde foi possível alocar de maneira segura, 200 módulos solares fotovoltaicos com dimensões 2x1 m,

de forma a garantir o acesso à eventuais manutenções, onde o número de placas se justifica apenas pela dimensão do telhado. As especificações técnicas dos módulos fotovoltaicos Trina, de 345 Wp, são apresentados no Anexo A. A disposição dos módulos fotovoltaicos no telhado foi representada na figura do Apêndice D. Com a quantidade de módulos utilizados no projeto, foi feito diagrama trifilar do circuito, como exigido pela ENERGISA (Anexo B), de forma a fazer o quantitativo de peças e serviços necessários para a execução do projeto, como apresentado na Tabela 4.20.

Tabela 4.20 - Lista de materiais e serviços elétricos do modelo proposto CP2

<b>Lista de itens Elétricos</b>				
<b>Item</b>	<b>Unid.</b>	<b>Quant.</b>	<b>Valor</b>	
<b>Sistema solar fotovoltaico</b>				
Módulo Policristalino Trina 345 Wp	Un	200		
Inversor Trifásico WEG 380V	Un	1		
Monitoramento SolarView	Un	1		
DPS CA 400 Vca 45kA	Un	3		
Conector MC4 6mm <sup>2</sup>	Un	15		
Cabo CC Unipolar Flexível NH 25mm <sup>2</sup> Preto	m	30		
Cabo CC Unipolar Flexível NH 25mm <sup>2</sup> Vermelho	m	30		
Auto Transformador Trifásico 75 kVA 380/220V	Um	1		
Disjuntor CA B125 TRI	Un	1		
Disjuntor CC 125A BI	Un	1		
Estrutura p/ Telhado Metálico 4 Módulos Retrato	Un	50		<b>R\$ 205.000,00</b>
Cabo Preto 70 mm <sup>2</sup> 1kV	m	30		
Cabo Azul 50 mm <sup>2</sup> 1kV	m	10		
Cabo Verde 50 mm <sup>2</sup> 1kV	m	10		
Eletroduto Corrugado Preto 2" - Rolo 50 mt	Un	6		
Eletroduto Corrugado Preto 1,5" - Rolo 50 mt	Un	5		
Eletroduto Zincado 2" - Barra 3 mt	Un	4		
Abraçadeira tipo D c/ Cunha 2" Zincada	Un	2		
Quadro de Comando 120x80x30 cm	Un	1		
Quadro de Comando 80x60x30 cm	Un	1		
Disjuntor 200 <sup>a</sup>	Un	2		
<b>Projeto e Instalação</b>				<b>R\$ 30.000,00</b>
<b>Total</b>				<b>R\$ 235.000,00</b>

Fonte: O autor

O item “Projeto e Instalação” refere-se as custas com documentação junto a concessionária, taxas do CREA, projeto e mão de obra qualificada para a instalação física do sistema fotovoltaico e sua conexão com a rede de distribuição. Os valores apresentados na lista de itens da Tabela 4.20, não foi disponibilizado de forma individual pela empresa que realizou o orçamento, ficando então visíveis os valores dos conjuntos. Foi considerado que no local da obra existe um transformador instalado, trifásico 13,8 kV/220 V de 75 kVA, também que os

equipamentos CA (inversores e proteção) estão alocados em um mural de alvenaria com cobertura de abrigo a uma distância de 30 m da descida do pórtico central, no lado do barracão onde as placas foram instaladas. O inversor possui potência nominal de saída de 66 kW, não tornando necessário a substituição do transformador. Como a saída do inversor é em tensão trifásica de 380 V (modelo disponibilizado comercialmente) e a rede de distribuição disponibiliza 220 V, fez-se necessário um autotransformador de acoplamento, de 380 V/220 V de 75 kVA, tendo em vista a legislação vigente, em maio de 2020, que classifica como grupo B, conectado em baixa tensão, aqueles consumidores (e geradores) com potência instalada máxima de 75 kW. No município de Sinop, a tarifa rural para consumidores do grupo B é de R\$ 0,62283 / kWh, regulamentada pela concessionária de energia local, ENERGISA. No grupo B não é necessário a contratação de demanda.

Com o orçamento de peças e serviços do sistema fotovoltaico, foi possível definir o custo total de implantação do projeto do modelo CP2, conforme apresentado na composição da Tabela 4.21.

Tabela 4.21 - Custo de investimento do tratamento CP2

<b>Composição de CP2 (50 m)</b>			
<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Valor unit. [R\$]</b>	<b>Preço final</b>
Pórtico	11	10.960,49	R\$ 120.565,42
Terças	1	41.858,27	R\$ 41.858,27
Sapatas	22	243,16	R\$ 5.349,49
Vigas	20	473,86	R\$ 9.477,12
Telhamento	1578	41,80	R\$ 65.960,40
Insumos	1	8.045,60	R\$ 8.045,60
<b>TOTAL GALPÃO</b>			<b>R\$ 251.256,29</b>
<b>CA2</b>			<b>R\$ 45.468,00</b>
<b>INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA</b>			<b>R\$ 235.000,00</b>
<b>TRATAMENTO CP2 COMPLETO</b>			<b>R\$ 531.724,29</b>

Fonte: O autor

A composição do modelo se deu pela estrutura dos currais de confinamento e manejo de CA2, o barracão redimensionado para nova carga na cobertura e a instalação fotovoltaica, a um custo de R\$ 531.724,29.

A Figura 4.9 apresenta o resultado da prototipagem digital do tratamento CP2.



Figura 4.9 - Protótipo digital do modelo de tratamento CP2  
Fonte: O autor

Faz-se necessário a utilização da prototipagem digital 3D para que, tanto o projetista quanto o executor da obra e outros leitores, possam visualizar em uma imagem rica em detalhes, com proporções e escalas, os cálculos matemáticos e apresentação de itens que até então ficaram abstratos. É a execução virtual de um projeto, para sua observação quanto ao atendimento das necessidades iniciais que levaram a sua concepção.

Além do modelo para 200 animais, é proposto a seguir, um novo modelo para confinamento de 600 animais, com barracão e geração de energia fotovoltaica.

- LISTA DE ITENS DO TRATAMENTO CP6

O modelo CP6 foi idealizado de forma a comportar 600 animais confinados, com barracão de 150 m de comprimento e geração de energia fotovoltaica conectada à rede de distribuição. A área total de uma água da cobertura do barracão é de 1.818 m<sup>2</sup>, onde foram alocadas 600 placas solares fotovoltaicas. O custo da composição do sistema elétrico foi apresentado na Tabela 4.22. As especificações técnicas dos módulos fotovoltaicos e inversor, são apresentados no Anexo A.

Tabela 4.22 - Lista de custos elétricos de CP6

<b>Lista de itens elétricos</b>	
<b>Item</b>	<b>Valor</b>
Sistema solar fotovoltaico	R\$ 630.000,00
Projeto e Instalação	R\$ 75.000,00
Posto de transformação 225 kVA 15 kV	R\$ 50.000,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 755.000,00</b>

Fonte: O autor

Foram considerados três inversores de potência nominal de saída de 66 kW, totalizando 198 kW de potência conectados à rede. Por se tratar de um sistema maior que 75 kW, a conexão deve ser feita em média tensão (ANEEL, 2010). Para isso, foi necessário a construção de um posto de transformação de 225 kVA de conexão 13,8 kV/380 V. Desta forma, a unidade consumidora é configurada como grupo A, segundo o Art. 2º da Resolução 414/2010 da Aneel (2010). No município de Sinop, de acordo com o plano tarifário da ENERGISA, a tarifa para consumidores do grupo A, seja zona rural ou urbana, é de R\$ 0,51027 / kWh fora de ponta e R\$ 2,354 / kWh em horário de ponta (das 18 h às 21 h), tendo o valor de R\$ 24,56439 / kW para contratação de demanda consumida no grupo A, e R\$ 17,62049 / kW para demanda contratada não consumida.

A composição total do tratamento CP6 é apresentado na Tabela 4.23.

Tabela 4.23 - Custo de investimento do tratamento CP6

<b>Composição de CP6 (150 m)</b>	
<b>Item</b>	<b>Preço final</b>
GALPÃO	R\$ 708.637,66
CA6	R\$ 112.134,00
INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA	R\$ 755.000,00
<b>TRATAMENTO CP6 COMPLETO</b>	<b>R\$ 1.575.771,66</b>

Fonte: O autor

O tratamento CP6 comporta 3 vezes mais animais que CP2, enquanto seu custo de implantação é 2,96 vezes maior. A composição da estrutura de currais com barracão e sistema de minigeração de energia elétrica conectada à rede teve seu custo total de implantação de R\$ 1.575.771,66, tendo como estrutura de maior custo o sistema fotovoltaico, custando R\$ 755.000,00.

O terceiro e último modelo apresentado tem capacidade para 1000 animais em sistema de confinamento, denominado CP10.

- LISTA DE ITENS DO TRATAMENTO CP10

O modelo CP10 foi idealizado para acomodar 1000 animais confinados, com barracão de 250 m de comprimento e geração de energia fotovoltaica conectada à rede de distribuição. A área total de uma água da cobertura do barracão é de 3.030 m<sup>2</sup>, onde foram alocadas 1000

placas solares fotovoltaicas. O custo da composição do sistema elétrico foi apresentado na Tabela 4.24.

Tabela 4.24 - Lista de custos elétricos de CP10

<b>Lista de itens elétricos</b>	
<b>Item</b>	<b>Valor</b>
Sistema solar fotovoltaico	R\$ 1.060.000,00
Projeto e Instalação	R\$ 100.000,00
Posto de transformação 500 kVA 15 kV	R\$ 65.000,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 1.225.000,00</b>

Fonte: O autor

Foram considerados cinco inversores de potência nominal de saída de 66 kW, totalizando 330 kW de potência, conectados à rede de média tensão (ANEEL, 2010). Foi necessário a construção de um posto de transformação de 500 kVA de conexão 13,8 kV/380 V.

O custo de CP10 é apresentado na Tabela 4.25.

Tabela 4.25 - Custo de investimento do tratamento CP10

<b>Composição de CP10 (250 m)</b>	
<b>Item</b>	<b>Preço final</b>
GALPÃO	R\$ 1.166.019,03
CA10	R\$ 177.155,00
INSTALAÇÃO FOTOVOLTAICA	R\$ 1.225.000,00
<b>TRATAMENTO CP6 COMPLETO</b>	<b>R\$ 2.568.174,03</b>

Fonte: O autor

O modelo CP10 comporta 5 vezes mais animais que CP2, enquanto seu custo de implantação é 4,83 vezes maior. Sua composição teve total de R\$ 2.568.174,03.

Foram tratados os custos de implantação para os projetos propostos, índice essencial para a análise de investimento em projetos.

#### 4.4.RESULTADOS

Nesta etapa foram feitos todos os fluxos de caixa e projeções dos índices econômicos dos tratamentos, com posterior discussão dos resultados obtidos. Na fase de composição do fluxo de caixa do projeto, fez-se necessário ter controle de todos os valores gastos (custos, sejam eles fixos ou variáveis) na manutenção da atividade econômica, e também dos valores recebidos (receita) por meio da comercialização de seus bens e produtos. A diferença entre ambos é o lucro líquido do projeto.

A primeira despesa que foi apurada, foi no tocante à alimentação animal. A Tabela 4.26 apresenta o custo, por quilograma, de cada ingrediente da dieta proposta na Tabela 4.4, o peso de matéria natural e matéria seca por animal por dia de confinamento, além do custo com alimentação por animal por dia de confinamento. A dieta foi formulada de acordo com as exigências nutricionais de bovinos de corte no Brasil – BR-Corte (VALADARES FILHO *et al.*, 2010) para o confinamento, com custos de insumos coletados no mês de abril de 2020 (NOTÍCIAS, 2020).

Tabela 4.26 - Custo por quilograma de alimentação, peso de matéria natural e matéria seca por animal por dia e custo com alimentação por animal por dia de confinamento

INGREDIENTE	CUSTO/Kg MN [R\$]	MN (kg)	MS (kg)	CUSTO/animal/dia [R\$]
Silagem de Milho	0,220	18,500	5,215	R\$ 4,070
Milho em grão	0,666	3,530	3,142	R\$ 2,351
Soja em Grão	1,400	0,650	0,585	R\$ 0,910
Farelo de algodão	0,748	0,550	0,501	R\$ 0,411
Ureia	4,200	0,080	0,080	R\$ 0,336
Calcário Calcítico	0,375	0,050	0,050	R\$ 0,019
Cloreto de Sódio	0,600	0,007	0,007	R\$ 0,004
<b>TOTAL</b>		<b>23,367 kg</b>	<b>9,579 kg</b>	<b>R\$ 8,101</b>

MN=Matéria Natural; MS=Matéria Seca. Fonte: O autor

Para que o consumo de matéria seca (MS) seja de 9,58 kg/dia por animal, faz-se necessário o consumo de 23,367 kg de matéria natural (MN), ao custo diário por cabeça/dia, de R\$ 8,10. As demais despesas operacionais estão apresentadas em seus respectivos tratamentos.

No tocante a depreciação dos bens, foi adotado para os currais de confinamento e manejo a vida útil de 25 anos e valor residual de 20% (KUBIAK, 2006). Para os galpões, a vida útil adotada foi de 60 anos, com 20% de valor residual (OLIVEIRA, 2018). Já para os componentes elétricos e geração de energia fotovoltaica, a vida útil dos equipamentos contabilizada foi de 20 anos, não possuindo valor residual (COSTA, 2010).

#### 4.4.1. CA – Modelo de currais de confinamento a céu aberto

Para a composição das demais despesas de manutenção do empreendimento, foram elencados itens essenciais utilizados no dia a dia, durante o período de confinamento, e na entressafra. A Tabela 4.27 apresenta itens e valores gastos mensalmente para a manutenção do confinamento, a céu aberto, para os tratamentos propostos por período.

Tabela 4.27 - Despesas mensais durante o período de confinamento em CA

TRATAMENTO	ITEM	QUANT.	UNIDADE	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
CA2	Setor administrativo	0	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 0,00
	Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
	Vaqueiro	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
	Óleo Diesel	90	Litro	R\$ 4,00	R\$ 360,00
	Alimentação	200	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 48.606,00
	<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 50.477,42</b>
CA6	Setor administrativo	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
	Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
	Vaqueiro	3	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 3.600,00
	Óleo Diesel	280	Litro	R\$ 4,00	R\$ 1.120,00
	Alimentação	600	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 145.818,00
	<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 152.049,42</b>
CA10	Setor administrativo	2	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 2.400,00
	Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
	Vaqueiro	5	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 6.000,00
	Óleo Diesel	500	Litro	R\$ 4,00	R\$ 2.000,00
	Alimentação	1000	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 243.030,00
	<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 253.741,42</b>

Fonte: O autor

Para o setor administrativo do empreendimento, no caso CA2, não houve a necessidade do emprego de funcionários, por se tratar de um número pequeno de animais, podendo tais serviços serem realizados pelo próprio pecuarista. Para o caso CA6, fez-se necessário a contratação de um funcionário fixo mensal para o setor administrativo, por se tratar de um número maior de animais (600), o que acarreta em muita movimentação administrativa. Já no modelo CA10, aumentaram 400 animais em relação ao tratamento anterior, o que justifica a contratação de mais um funcionário fixo mensal para o setor administrativo do empreendimento, totalizando 2 funcionários.

No quesito consumo de energia elétrica, estipulou-se um consumo médio mensal fixo de 500 kWh, ao custo de R\$ 0,62 (tarifa rural, para clientes do grupo B, em baixa tensão, com impostos, em Sinop – MT, referente ao mês de abril de 2020) para os três modelos apresentados. Para os cuidados com os animais, alimentação e o acompanhamento diário, necessitou-se, para o modelo CA2, de apenas um profissional especializado nesta área (vaqueiro), devido a quantidade de animais. Já para CA6, para o trabalho de campo fez-se necessário o emprego de 3 vaqueiros, por ter triplicado o número de animais, enquanto em CA10, fez-se necessário o emprego de 5 vaqueiros, número proporcional ao crescimento do rebanho. Com relação ao óleo

diesel, é utilizado por trator para funcionamento de vagão forrageiro para o trato dos animais, no cocho, trato este que tem o custo de R\$ 8,10 por cabeça de animal confinado, ao dia. É a maior parcela das despesas mensais durante o período de confinamento. Esses indicadores de despesas foram coletados com administradores e/ou proprietários de propriedades rurais do município de Sinop, que trabalham com confinamento bovino de corte, que foram visitadas entre junho e julho de 2019.

Durante o período da entressafra, os valores gastos mensalmente para a manutenção do empreendimento são menores. A Tabela 4.28 detalha os custos mensais durante este período.

Tabela 4.28 - Despesas mensais durante a entressafra em CA

TRATAMENTO	ITEM	QUANT.	UNIDADE	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
CA2	Setor administrativo	0	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 0,00
	Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
	Vaqueiro	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
	Óleo Diesel	0	Litro	R\$ 4,00	R\$ 0,00
	Alimentação	0	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 0,00
	<b>TOTAL</b>				
CA6	Setor administrativo	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
	Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
	Vaqueiro	3	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 3.600,00
	Óleo Diesel	0	Litro	R\$ 4,00	R\$ 0,00
	Alimentação	0	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 0,00
	<b>TOTAL</b>				
CA10	Setor administrativo	2	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 2.400,00
	Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
	Vaqueiro	5	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 6.000,00
	Óleo Diesel	0	Litro	R\$ 4,00	R\$ 0,00
	Alimentação	0	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 0,00
	<b>TOTAL</b>				

Fonte: O autor

Os valores de referência são os mesmos apresentados na Tabela 4.27, retirando dela os valores de gastos com óleo diesel e alimentação dos animais, haja visto que os currais de confinamento ficam vazios neste período. É o período que apresenta menor despesa mensal para o projeto, mas, ainda sim, faz-se necessário manter os funcionários, os quais ficam responsáveis pela programação das atividades do período de confinamento.

Na composição das receitas, foi considerada apenas a venda do boi gordo, apresentada em detalhes na Tabela 4.29.

Tabela 4.29 - Parâmetros de avaliação produtiva e financeira nos tratamentos à céu aberto

	<b>CA2</b>	<b>CA6</b>	<b>CA10</b>
Ganho de peso total [kg]	135,00	135,00	135,00
Rendimento [%]	53	53	53
Ganho de peso total [@]	4,77	4,77	4,77
Preço da @ [R\$]	199,50	199,50	199,50
Receita líquida por animal [R\$]	951,62	951,52	951,62
Rebanho [Nº de animais]	200	600	1000
Total da receita [R\$]	190.323,00	570.969,00	951.615,00

CA2 = Tratamento à céu aberto para população de 200 animais; CA6 = Tratamento à céu aberto para população de 600 animais; CA10 = Tratamento à céu aberto para população de 1000 animais. Fonte: O autor

Tomou-se por condições iniciais que, o animal confinado a céu aberto, sendo alimentado com os itens que compõem a dieta da Tabela 4.26, têm ganho de peso médio diário de 1,35 kg. Outras condições pré-estabelecidas foram o rendimento de carcaça fixado em 53 % e o preço da arroba do boi gordo, segundo cotação de mercado, estipulado em R\$ 199,50 para o mês de abril de 2020 (NOTÍCIAS, 2020).

Com custos e receitas em mãos, apresentados no Apêndice E, montou-se o fluxo de caixa, mês a mês, para o ano todo, apresentado na Tabela 4.30, onde o investimento aparece apenas uma vez no período zero, e a depreciação do bem é contabilizada todos os anos, enquanto durar a projeção para a análise, restando o saldo anual líquido.

Tabela 4.30 - Fluxo de caixa anual para o tratamento CA

	<b>CA2</b>	<b>CA6</b>	<b>CA10</b>
Investimento no confinamento	-R\$ 45.468,00	-R\$ 112.134,00	-R\$ 177.155,00
Depreciação anual do confinamento	-R\$ 1.454,98	-R\$ 3.588,29	-R\$ 5.668,96
Saldo anual	R\$ 34.614,04	R\$ 97.426,07	R\$ 159.490,73

Fonte: O autor

Ao final de cada ano, os empreendimentos propostos fecharam com saldo positivo. Foram considerados valores fixos para os insumos e bens produzidos, supondo que estes não sofrem influência de inflação ou alterações de demanda. Foi considerada a depreciação do bem, por ano, em cada modelo de análise, para fins de análise de investimento.

Na análise financeira, foi definido o estudo em um período de 10 anos de trabalho, tomando-se como Taxa mínima de atratividade (TMA), o valor de 10 % a.a. (FENNER, 2006; BEZERRA *et al.*, 2011; ABREU, 2013; RABUSKE *et al.*, 2018), valor mais atrativo que um investimento no Tesouro Nacional, por exemplo, que tem como taxa básica, a Selic, que atualmente (abril de 2020) está em 3,75 % a.a.

Aplicando as técnicas matemáticas de análise de viabilidade econômica no fluxo de caixa, foram obtidas as projeções indicadas na Tabela 4.31 para os tratamentos CA.

Tabela 4.31 - Projeções do investimento em CA

	CA2	CA6	CA10
INVESTIMENTO	R\$ 45.468,00	R\$ 112.134,00	R\$ 177.155,00
TEMPO DE PROJEÇÃO DO CENÁRIO	10 anos	10 anos	10 anos
TMA (TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE)	10%	10%	10%
VPL (VALOR PRESENTE LIQUIDO)	R\$ 167.220,32	R\$ 486.507,00	R\$ 802.846,47
TIR (TAXA INTERNA DE RETORNO)	75,86%	86,71%	89,88%
IL (ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE)	4,68	5,34	5,53
PAYBACK SIMPLES	1,31 anos	1,15 anos	1,11 anos
PAYBACK DESCONTADO	1,49 anos	1,29 anos	1,24 anos

Fonte: O autor

Observando os resultados da Tabela 4.31, notou-se primeiramente um VPL positivo para todos os casos, o que indica viabilidade de aceite do projeto, e este VPL é algo em torno de 4 vezes o capital aplicado, o que torna o investimento muito mais atrativo. A TIR ficou acima dos 75 % em todos os casos, superando os esperados 10 % de TMA, fator que também viabiliza o investimento no projeto, haja visto que essa taxa representa alto retorno de investimento. Obteve-se como índice de lucratividade, valores maiores a 4,68, o que significa que, a cada R\$ 1,00 investido no projeto, se tem, de todos os valores futuros descontados para o valor presente considerando a TMA, o valor de R\$ 4,68 no presente, fator este que também influencia o investidor a tomar decisões positivas quanto ao investimento no projeto. Quanto ao *Payback* simples, em uma projeção para 10 anos, o maior período para retorno de capital foi de apenas 1,31 anos, e o *Payback* descontado, em 1,49 anos. Nota-se que para todas as variáveis analisadas, este cenário mostrou-se bastante favorável do ponto de vista econômico, em especial o modelo CA10, que apresentou os melhores índices econômicos.

#### 4.4.2. CT – Modelo de currais de confinamento com barracão de sombreamento

Para o modelo de tratamento de confinamento com barracão de sombreamento, a composição das despesas de manutenção do empreendimento são as mesmas do modelo CA, apresentados na Tabela 4.27, durante o período de confinamento. A Tabela 4.32 apresenta itens e valores gastos mensalmente para a manutenção do confinamento com barracão de sombreamento, para os tratamentos propostos por período.

Tabela 4.32 - Despesas mensais durante o período de confinamento em CT

<b>TRATAMENTO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
CT2	R\$ 50.477,42
CT6	R\$ 152.049,42
CT10	R\$ 253.741,42

Fonte: O autor

Durante o período da entressafra os valores gastos mensalmente para a manutenção do empreendimento também são os mesmos do modelo CA, apresentados na Tabela 4.28. A Tabela 4.33 detalha os custos mensais durante este período.

Tabela 4.33 - Despesas mensais durante a entressafra em CT

<b>TRATAMENTO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
CT2	R\$ 1.511,42
CT6	R\$ 5.111,42
CT10	R\$ 8.711,42

Fonte: O autor

Para as receitas, o método de composição foi o mesmo utilizado no modelo de tratamento CA, considerado apenas a venda do boi gordo, apresentada na Tabela 4.34.

Tabela 4.34 - Parâmetros de avaliação produtiva e financeira nos tratamentos com barracão com cobertura de telha metálica

	<b>CT2</b>	<b>CT6</b>	<b>CT10</b>
Ganho de peso total [kg]	150,00	150,00	150,00
Rendimento [%]	53	53	53
Ganho de peso total [@]	5,30	5,30	5,30
Preço da @ [R\$]	199,50	199,50	199,50
Receita líquida por animal [R\$]	1.057,35	1.057,35	1.057,35
Rebanho [Nº de animais]	200	600	1000
Total da receita [R\$]	211.470,00	634.410,00	1.057.350,00

CT2 = Tratamento com barracão com cobertura de telha metálica para população de 200 animais; CT6 = Tratamento com barracão com cobertura de telha metálica para população de 600 animais; CT10 = Tratamento com barracão com cobertura de telha metálica para população de 1000 animais. Fonte: O autor

Com a utilização da sombra, tomou-se por ganho médio de peso o valor de 1,50 kg por animal ao dia. O rendimento de carcaça continua fixado em 53 % e o preço da arroba do boi gordo em R\$ 199,50 para o mês de abril de 2020 (NOTÍCIAS, 2020).

Com custos e receitas em mãos, montou-se o fluxo de caixa, mês a mês, para o ano todo, apresentado na Tabela 4.35.

Tabela 4.35 - Fluxo de caixa anual para o tratamento CT

	CT2	CT6	CT10
Investimento no confinamento	-R\$ 45.468,00	-R\$ 112.134,00	-R\$ 177.155,00
Depreciação anual do confinamento	-R\$ 1.454,98	-R\$ 3.588,29	-R\$ 5.668,96
Investimento no Barracão	-R\$ 241.684,82	-R\$ 680.178,87	-R\$ 1.118.672,93
Depreciação anual do Barracão	-R\$ 3.222,46	-R\$ 9.069,05	-R\$ 14.915,64
Saldo anual	R\$ 73.685,58	R\$ 215.239,01	R\$ 356.045,09

Fonte: O autor

Ao final de cada ano, todos os modelos fecharam com saldo positivo. Foram apresentados os investimentos no intuito de justificar o valor de depreciação, sendo que o investimento se dá no momento zero do projeto, e a depreciação é descontada anualmente do saldo bruto.

Na análise financeira, foi utilizado o período de 10 anos de trabalho, TMA de 10 % a.a. A partir desses dados, foram calculados os índices econômicos para tomada de decisão apresentados na Tabela 4.36.

Tabela 4.36 - Projeções do investimento em CT

	CT2	CT6	CT10
INVESTIMENTO	R\$ 287.152,82	R\$ 792.312,87	R\$ 1.295.827,93
TEMPO DE PROJEÇÃO DO CENÁRIO	10 anos	10 anos	10 anos
TMA (TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE)	10%	10%	10%
VPL (VALOR PRESENTE LIQUIDO)	R\$ 165.613,17	R\$ 530.237,69	R\$ 891.915,00
TIR (TAXA INTERNA DE RETORNO)	22,21%	24,01%	24,37%
IL (ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE)	1,58	1,67	1,69
PAYBACK SIMPLES	3,90 anos	3,68 anos	3,64 anos
PAYBACK DESCONTADO	5,19 anos	4,82 anos	4,76 anos

Fonte: O autor

Obteve-se como resultado um VPL positivo para todos os casos, TIR ficou acima de 22,21 % em todos os cenários (superando a TMA), IL com valores maiores a 1,58, *Payback* simples, na projeção para 10 anos, obteve o maior período para retorno em 3,90 anos, e o *Payback* descontado, em 5,19 anos. Com estes resultados, os projetos apresentam aceitabilidade para investimentos.

#### 4.4.3. CP – Modelo de currais de confinamento com barracão de sombreamento com geração de energia solar fotovoltaica

Para o modelo de tratamento de confinamento com barracão de sombreamento com geração de energia fotovoltaica, as despesas de manutenção do projeto são as mesmas dos

modelos anteriores, tanto para o período de confinamento quanto na entressafra (não foram consideradas despesas de limpeza periódica dos painéis).

As receitas oriundas da venda dos animais são as mesmas do modelo CT, apresentadas na Tabela 4.34. O fluxo de caixa anual é apresentado na Tabela 4.37.

Tabela 4.37 - Fluxo de caixa anual para o tratamento CP

	<b>CP2</b>	<b>CP6</b>	<b>CP10</b>
Investimento no confinamento	-R\$ 45.468,00	-R\$ 112.134,00	-R\$ 177.155,00
Depreciação anual do confinamento	-R\$ 1.454,98	-R\$ 3.588,29	-R\$ 5.668,96
Investimento no Barracão	-R\$ 251.256,29	-R\$ 708.637,66	-R\$ 1.166.019,03
Depreciação anual do Barracão	-R\$ 3.350,08	-R\$ 9.448,50	-R\$ 15.546,92
Investimento fotovoltaico	-R\$ 235.000,00	-R\$ 755.000,00	-R\$ 1.225.000,00
Depreciação do fotovoltaico	-R\$ 11.750,00	-R\$ 37.750,00	-R\$ 61.250,00
Saldo anual	R\$ 136.836,05	R\$ 303.150,84	R\$ 504.232,61

Fonte: O autor

É válido salientar que, para todos os modelos de tratamento CP, a estrutura de currais é a mesma apresentada anteriormente, enquanto os barracões foram redimensionados para suportar maior solicitação de carga no telhado pelas placas fotovoltaicas, conforme lista de itens apresentada no Apêndice E. O que difere entre os três modelos, é o fato de CP2 injetar potência na rede de distribuição, em baixa tensão (127/220 V – 220/380 V), pois é caracterizado como unidade consumidora do grupo B rural, até 75 kW. Já CP6 e CP10, geram em média tensão (13,8 kV), nas potências de 198 kW e 330 kW respectivamente (ANEEL, 2010; ANEEL, 2012; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013; ANEEL, 2015; NORMA DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA, 2017; ANEEL, 2017; NORMA DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA, 2018; NORMA DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA, 2019).

Analisando-se a Tabela 4.37, nota-se que todos os saldos anuais ficaram positivos. Os índices econômicos para tomada de decisão estão apresentados na Tabela 4.38 .

Tabela 4.38 - Projeções do investimento em CP

	<b>CP2</b>	<b>CP6</b>	<b>CP10</b>
INVESTIMENTO	R\$ 531.724,29	R\$ 1.575.771,66	R\$ 2.568.174,03
TEMPO DE PROJEÇÃO DO CENÁRIO	10 anos	10 anos	10 anos
TMA (TAXA MÍNIMA DE ATRATIVIDADE)	10%	10%	10%
VPL (VALOR PRESENTE LIQUIDO)	R\$ 309.074,03	R\$ 286.959,04	R\$ 530.117,06
TIR (TAXA INTERNA DE RETORNO)	22,30%	14,09%	14,62%
IL (ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE)	1,58	1,18	1,21
PAYBACK SIMPLES	3,89 anos	5,20 anos	5,09 anos
PAYBACK DESCONTADO	5,17 anos	7,71 anos	7,48 anos

Fonte: O autor

Os projetos de sistemas de confinamento bovino com geração de energia solar fotovoltaica têm VPL positivo e TIR acima de 14,0 9% em todos os casos (maior que a TMA), IL com valores maiores a 1,18, *Payback* simples, para projeção de 10 anos, obteve o maior período para retorno em 5,20 anos, e o *Payback* descontado, em 7,71 anos, o que representa que se faz necessário mais da metade do tempo de projeção para que o investimento seja retornado. O modelo CP2 apresentou VPL maior que CT6, e TIR e IL maiores que os modelos CT6 e CT10, com um investimento muito menor. A justificativa dos números é o fato de CP2 ser conectada à rede de distribuição em baixa tensão, com remuneração maior pelo kWh, sem a necessidade de contratar demanda de potência da concessionária. Assim, os três projetos são cabíveis de investimento.

#### 4.5.DISSCUSSÕES

Visando sistematizar os resultados encontrados nos cenários analisados, foi condensado na Tabela 4.39 os valores calculados dos índices de investimento para melhor visualização e discussão dos resultados.

Tabela 4.39 - Valores calculados de todos os índices de investimento para projeção de 10 anos

<b>Tratam.</b>	<b>Investimento</b>	<b>Saldo Anual</b>	<b>TMA</b>	<b>VPL</b>	<b>TIR</b>	<b>IL</b>	<b>PB. S.</b>	<b>PB. D.</b>
CA2	R\$ 45.468,00	R\$ 34.614,04	10%	R\$ 167.220,32	75,86%	4,68	1,31	1,49
CA6	R\$ 112.134,00	R\$ 97.426,07	10%	R\$ 486.507,00	86,71%	5,34	1,15	1,29
CA10	R\$ 177.155,00	R\$ 159.490,73	10%	R\$ 802.846,47	89,88%	5,53	1,11	1,24
CT2	R\$ 287.152,82	R\$ 73.685,58	10%	R\$ 165.613,17	22,21%	1,58	3,90	5,19
CT6	R\$ 792.312,87	R\$ 215.239,01	10%	R\$ 530.237,69	24,01%	1,67	3,68	4,82
CT10	R\$ 1.295.827,93	R\$ 356.045,09	10%	R\$ 891.915,00	24,37%	1,69	3,64	4,76
CP2	R\$ 531.724,29	R\$ 136.836,05	10%	R\$ 309.074,03	22,30%	1,58	3,89	5,17
CP6	R\$ 1.575.771,66	R\$ 303.150,84	10%	R\$ 286.959,04	14,09%	1,18	5,20	7,71
CP10	R\$ 2.568.174,03	R\$ 504.232,61	10%	R\$ 530.117,06	14,62%	1,21	5,09	7,48

Fonte: O autor

A análise aqui realizada foi da viabilidade de montagem das diversas estruturas propostas, que foi realizada de duas formas, sendo a primeira forma de análise de viabilidade de investimento, feita por modelo de tratamento, independentemente da quantidade e/ou capacidade de animais.

Ao se tratar de estrutura de confinamento a céu aberto, observou-se que são os tratamentos que exigem menor investimento dentre todos aqui apresentados. O saldo anual dos três modelos CA muito se aproxima do valor do investimento. Isso foi demonstrado pelo

*Payback* simples de ambos que pagam o investimento com pouco mais de um ano. Também para os três modelos, o VPL é aproximadamente 4 vezes o valor do investimento, considerando o período de 10 anos de projeção. Foi adotado para ambos, o TMA de 10%, que foi superado pelo TIR, que chegou a 89,88%, apresentando altos índices de lucratividade. Considerando todos os índices, dentre os modelos CA, o que apresentou números mais atrativos foi o modelo de tratamento CA10, cujo investimento é R\$ 177.155,00 tendo saldo anual de R\$ 159.490,73. O VPL foi de R\$ 802.846,47, com TIR de 89,88%, IL de 5,53 e o *payback* descontado (considerado o mais seguro) foi de apenas 1,24 anos. Notou-se que, quanto maior o projeto neste modelo, melhores são os índices financeiros de avaliação de investimento.

Na análise dos sistemas de confinamento com barracão de cobertura e sombreamento, notou-se que os valores de investimento inicial para os projetos foram altos, quando comparados com os modelos da análise CA. Embora o saldo anual seja basicamente o dobro do tratamento anterior, quando comparado com o investimento, representa aproximadamente sua quarta parte. Este cenário apresenta VPL positivo para os três tratamentos, TIR superior a 22,21%, IL superior a 1,58 e maior *payback* de 3,90 anos. Assim, diante das três propostas, a melhor foi CT10, não por seus valores expressos em R\$ (Reais), mas por ter a maior TIR dentre os três, o maior IL e o menor *payback*, demonstrando novamente que os projetos maiores apresentam melhores índices financeiros.

A avaliação do tratamento CP envolve os currais, o barracão de cobertura para sombreamento, além da geração de energia solar fotovoltaica. Ambos têm saldo anual positivo, VPL positivo, TIR maior que 14,09%, IL maior que 1,18 e *payback* descontado de 7,71 anos. Todos estes resultados superam o mínimo requerido para aprovação do projeto. O projeto que apresenta melhores índices de viabilidade, dentre os três, é o modelo CP2, que tem a maior TIR, maior IL e menor tempo de retorno de investimento. É válido citar que esta é a menor usina geradora de energia dentre as três, o que intuitivamente lava o investidor a pensar que esta é a que lhe dá o menor retorno capital, com baixos saldos anuais e baixos VPLs.

Porém, o que leva esta usina fotovoltaica a ter os melhores índices, mesmo sendo a menor, é o fato de que ela é conectada à rede de distribuição de baixa tensão, se enquadrando no grupo B, o qual tem maior remuneração por kWh produzido (19% maior que o custo do kWh do grupo A, o que equivale a 0,62 pela tarifa rural) e não necessita de contrato de demanda mínima de potência com a concessionária (disponibilidade da rede de distribuição para o gerador de energia) diminuindo assim, grandemente, os custos contratuais e administrativos. Esta modalidade de conexão só é válida para potências instaladas de até 75kW (ou gerada), limitando o tamanho da usina e a quantidade de energia por ela produzida e entregue a rede.

Considerando CP6 a menor usina conectada em rede de distribuição de média tensão, seus índices financeiros são os menores, com o maior período de retorno de investimento, ainda tendo o custo de implantação três vezes maior que CP2. Nesse caso, são duas decisões a serem tomadas, de forma a indicar a maior viabilidade de investimento em geração em baixa tensão e geração em média tensão. Sendo assim, CP2 deve ser o projeto viável para geração em baixa tensão, por possuir os melhores indicadores econômicos, e CP10 o projeto a ser aceito para geração em média tensão, também por possuir os melhores índices econômicos para tomada de decisão em investimentos de projetos.

A segunda forma de análise de viabilidade de investimento foi feita considerando os modelos com a mesma quantidade de animais.

No primeiro caso, compara-se CA2, CT2 e CP2, modelos que comportam 200 animais. O tratamento mais simples, CA2, é a melhor opção quando analisados os índices indicadores que foram calculados. Apesar de CA2 ser o modelo mais viável, os outros dois modelos (CT2 e CP2) também apresentaram resultados positivos para investimento.

No segundo caso, ao analisar CA6, CT6 e CP6, todos com capacidade para 600 animais, notou-se, novamente, que a escolha mais indicada para receber investimento, é do modelo CA6, por seu baixo investimento financeiro, altíssimos índices de retorno e lucratividade, e principalmente pelo fato do investimento ser pago em apenas 1 ano, 3 meses e 14 dias (*payback* descontado, de 1,29 anos). Mesmo tendo o valor de investimento inicial 14 vezes maior que CA6, o modelo que utiliza barracão de confinamento para gerar energia fotovoltaica (CP6) ainda foi indicado como sendo um investimento viável.

Apesar da viabilidade econômica não ter sido a melhor, os CPs possibilitam maior conforto aos animais e também possibilitam a geração de energia renovável. Devido as taxas impostas pela concessionária de energia, reguladas pela Aneel, aos modelos conectados em média tensão, sua viabilidade tornou-se menor em relação ao sistema conectado à rede em baixa tensão.

No terceiro e último caso, foram analisados CA10, CT10 e CP10, os quais foram propostos para acomodar 1000 animais. Após analisar os resultados, definiu-se como melhor opção a ser aceita para investimento, fundamentado nos índices calculados, novamente o projeto do grupo CA, por ter TIR de quase 90%, IL de 5,53 e *payback* descontado de 1,24 anos (1 ano, 2 meses e 26 dias).

Como a proposição deste estudo foi avaliar a viabilidade técnico-econômica da geração de energia solar fotovoltaica, utilizando a cobertura dos barracões de sistemas de confinamento bovino de corte, é válido apresentar as características do modelo de tratamento CP10, o qual,

mesmo tendo valor de investimento inicial 14,5 vezes maior que CA10, apresentou saldo anual 3,16 vezes maior que o tratamento mais simples, com o montante de R\$ 504.232,61, o que é um item interessante a longo prazo. Obteve VPL positivo, TIR de 14,62%, lucratividade de 21% e *payback* descontado de 7,48 anos (7 anos, 5 meses e 23 dias), prolongando o tempo de retorno de investimento, quando comparado com CA, em 6 anos, 2 meses e 27 dias. Por estar dentro dos parâmetros pré-estabelecidos para aceite do projeto, a proposta de geração de energia desse porte (330kW de potência e 50.193kWh ao mês) foi indicada como sendo aceitável, tanto técnico como economicamente, para investimento financeiro.

De uma forma geral, foram considerados aceitáveis os investimentos nos modelos CP por estarem dentro dos valores definidos, e também por esta ser a proposição de análise desta pesquisa. Os índices financeiros são favoráveis e também existe viabilidade técnica, salientando que a opção mais rentável dentre os modelos CP é CP2, por se conectar à rede de distribuição em baixa tensão. Os modelos conectados em média tensão, quando pequenos (do mesmo porte dos projetos abordados nesta pesquisa), têm muitas despesas com contratação de demanda além do valor baixo do kWh, temas já previstos em Resolução Normativa específica, tornando mais atrativo a comercialização com o mercado livre de energia elétrica, que conecta fornecedores livres com consumidores livres.

A viabilidade real, instruída por índices econômicos resultado desta pesquisa, é de investimento e implantação de sistemas de confinamento a céu aberto, os quais se apresentaram muito mais seguros, de menor investimento, maior lucratividade e menor tempo de retorno, destacando ainda que os melhores índices foram apresentados pelos projetos maiores.

Os resultados obtidos se deram por uma série de fatores: no período de realização da pesquisa, houve queda de preço dos insumos (milho, algodão, rações), viabilizando o confinamento, e um aumento no preço da arroba do boi gordo no mercado nacional, devido à escassez do produto no mercado interno, ocasionado pela crescente exportação de carne para a China. Esta instabilidade é frequente na pecuária, o que depende muito da “oferta e da procura”, além de ser afetada também por acontecimentos sociais que reflitam diretamente na economia, taxa de juros, e valores agregados de moedas estrangeiras. Destaca-se também os altos preços do ferro no mercado interno (matéria-prima dos barracões de estrutura metálica).

Com relação aos sistemas elétricos, com a evolução tecnológica empregada nos módulos de células fotovoltaicas e inversores para conexão à rede de distribuição, o sistema ficou mais eficiente e com maior vida útil, mas ainda possui alto valor agregado, nem sempre tornando viável sua aquisição. Essas foram considerações pontuais, utilizadas para elaboração dos fluxos de caixa e análise de viabilidade de investimento. No entanto, vale destacar que os

fatores de mercado anteriormente citados podem ter variações, refletindo em outros cenários, mas que podem ser simulados facilmente com o modelo de análise proposto nesta pesquisa.

A pecuária nacional foi impulsionada pelo consumo, devido aos novos padrões de vida dos brasileiros, dividindo espaço das áreas rurais com a agricultura. Além da escassez de pastagem nos períodos secos e o esgotamento de grandes áreas, o aumento da demanda de carne levou pecuaristas à terminação de seus rebanhos em sistemas de confinamento (MEDEIROS, 2013; BRANCO, 2014; GOMES *et al.*, 2017; OLIVEIRA, 2017).

Estes novos padrões de vida adotados pela população brasileira, acarretam no aumento das demandas energéticas, principalmente elétrica. Para atender tamanha demanda, o fornecimento de energia tem sido feito de forma insustentável ao longo dos anos, fazendo uso de recursos naturais como se fossem infinitos. Não apenas no Brasil, mas ao redor do planeta, a sociedade, recentemente, vem se conscientizando e motivando o desenvolvimento de sistemas de geração de energia por meio de fontes alternativas e renováveis (DUPONT *et al.*, 2015).

Dentro deste contexto, apesar dos resultados desta pesquisa não apresentarem os melhores índices de viabilidade de investimento em geração de energia solar fotovoltaica em coberturas de barracões de confinamento, paralelamente a construção de toda a estrutura de currais de confinamento e barracões, possivelmente, muito em breve, irá se tornar mais viável, à medida que a oferta de energia venha diminuindo frente a demanda existente.

Embora utilizem fontes renováveis de energia, a implantação de usinas hidrelétricas causam consequências altamente nocivas para o meio ambiente, e tem tomado, ao norte do estado do Mato Grosso e algumas regiões do Pará, áreas indígenas e territórios de reserva amazônica (BAINES, 2000; FEARNSSIDE, 2016). Tais usinas, quando utilizam reservatórios de água, causam o alagamento de grandes áreas, antes habitadas por animais, pássaros e até mesmo pessoas, em comunidades ribeirinhas. Os peixes também sofrem com a alteração do ambiente.

A energia solar fotovoltaica já está sendo consolidada em países desenvolvidos, não apenas como fonte alternativa de energia, mas como parte da matriz energética. Conseqüentemente, o Brasil também vem sendo instigado a produzir energia com menores impactos ambientais, optando pela energia solar, dependendo ainda de incentivos com novas políticas públicas que apoiem este modelo de produção.

No intuito de complementar a análise financeira realizada nesta pesquisa, foram calculados índices de viabilidade financeira para o período de projeção de 20 anos para que fosse comparado com a projeção em 10 anos e verificar se pode haver grandes mudanças na

análise financeira com o aumento do TMT (tempo máximo tolerado). A Tabela 4.40 apresenta os valores citados.

Tabela 4.40 - Valores calculados para projeções de 10 e 20 anos

Tratam.	Tempo [anos]	Investimento	Saldo Anual	TMA	VPL	TIR	IL	PB. S.	PB. D.
CA2	10	R\$ 45.468,00	R\$ 34.614,04	10%	R\$ 167.220,32	75,86%	4,68	1,31	1,49
	20				R\$ 249.220,87	76,13%	6,48		
CA6	10	R\$ 112.134,00	R\$ 97.426,07	10%	R\$ 486.507,00	86,71%	5,34	1,15	1,29
	20				R\$ 717.309,02	86,88%	7,40		
CA10	10	R\$ 177.155,00	R\$ 159.490,73	10%	R\$ 802.846,47	89,88%	5,53	1,11	1,24
	20				R\$ 1.180.679,46	90,03%	7,66		
CT2	10	R\$ 287.152,82	R\$ 73.685,58	10%	R\$ 165.613,17	22,21%	1,58	3,90	5,19
	20				R\$ 340.174,06	25,38%	2,18		
CT6	10	R\$ 792.312,87	R\$ 215.239,01	10%	R\$ 530.237,69	24,01%	1,67	3,68	4,82
	20				R\$ 1.040.138,19	26,94%	2,31		
CT10	10	R\$ 1.295.827,93	R\$ 356.045,09	10%	R\$ 891.915,00	24,37%	1,69	3,64	4,76
	20				R\$ 1.735.384,61	27,25%	2,34		
CP2	10	R\$ 531.724,29	R\$ 136.836,05	10%	R\$ 309.074,03	22,30%	1,58	3,89	5,17
	20				R\$ 633.238,18	25,46%	2,19		
CP6	10	R\$ 1.575.771,66	R\$ 303.150,84	10%	R\$ 286.959,04	14,09%	1,18	5,20	7,71
	20				R\$ 1.005.122,36	18,60%	1,64		
CP10	10	R\$ 2.568.174,03	R\$ 504.232,61	10%	R\$ 530.117,06	14,62%	1,21	5,09	7,48
	20				R\$ 1.724.642,40	19,03%	1,67		

Fonte: O autor

Os investimentos, saldos anuais, TMA e *payback* continuam os mesmos, tendo alterações apenas nos valores de VPL, TIR e IL. Os valores de VPL, que mais representam os efeitos do aumento do tempo de projeção, têm valores que, para os modelos CP, nas projeções de 20 anos, não chegam a se equiparar com o valor do investimento, com exceção de CP2. Os tratamentos CT têm VPL melhores, em proporção, quando comparados com o modelo CP, mas ainda assim, TIR e IL pouco se alteram. Já os modelos de tratamento CA, têm VPL aproximadamente 50% maior quando comparado ao VPL para projeção em 10 anos, superando o valor de 6 vezes o capital investido, mostrando-se ainda, como o melhor investimento, seja o tempo máximo tolerado de 10 ou 20 anos, dentre os modelos propostos, apresentando os melhores índices para os dois cenários.

Complementarmente, para fins de analisar outros cenários e sua viabilidade financeira na utilização da fonte de geração de energia solar fotovoltaica, foram inseridos, por agora, novos modelos de tratamento, com TMT de 10 e 20 anos, descritos a seguir:

-ST – é um modelo proposto, partindo do pressuposto de que o pecuarista já possui estrutura de confinamento a céu aberto em funcionamento, quitado, e deseja investir no projeto de barracão de sombreamento utilizando “Somente Telhas”, para as capacidades de 200, 600 e

1000 animais. Este modelo considera como remuneração, a diferença entre o ganho médio de peso diário de um animal na sombra e um animal exposto ao sol;

-TP – é o modelo onde o pecuarista já possui o sistema de confinamento instalado e em pleno funcionamento, e deseja analisar a viabilidade do projeto de instalação de Barracão de sombreamento com “Telhas e Placas” fotovoltaicas, para a mesma população animal mencionada anteriormente. A remuneração é a mesma do modelo ST, somada a geração de energia elétrica;

-SP – modelo apresentado ao pecuarista que já possui sistema de confinamento em funcionamento com barracão de sombreamento em funcionamento, quitado, e deseja analisar a viabilidade econômica de instalar “Somente as Placas” fotovoltaicas (sistema completo) para a geração de energia elétrica na cobertura do barracão. A remuneração é oriunda somente da usina solar fotovoltaica.

Os índices calculados são apresentados na Tabela 4.41.

Tabela 4.41 - Valores calculados para modelos complementares à análise

Tratam.	Tempo [anos]	Investimento	Saldo Anual	TMA	VPL	TIR	IL	PB. S.	PB. D.
ST2	10	R\$ 241.684,82	R\$ 39.071,54	10%	-R\$ 1.607,15	9,84%	0,99	6,19	10,12
	20				R\$ 90.953,19	15,21%	1,38		
ST6	10	R\$ 680.178,87	R\$ 117.812,95	10%	R\$ 43.730,70	11,48%	1,06	5,77	9,04
	20				R\$ 322.829,17	16,50%	1,47		
ST10	10	R\$ 1.118.672,93	R\$ 196.554,36	10%	R\$ 89.068,53	11,82%	1,08	5,69	8,84
	20				R\$ 554.705,15	16,78%	1,50		
TP2	10	R\$ 486.256,29	R\$ 102.222,01	10%	R\$ 141.853,72	16,43%	1,29	4,76	6,78
	20				R\$ 384.017,31	20,52%	1,79		
TP6	10	R\$ 1.463.637,66	R\$ 205.724,78	10%	-R\$ 199.547,95	6,72%	0,86	7,11	13,04
	20				R\$ 287.813,35	12,79%	1,20		
TP10	10	R\$ 2.391.019,03	R\$ 344.741,88	10%	-R\$ 272.729,41	7,27%	0,89	6,94	12,42
	20				R\$ 543.962,94	13,21%	1,23		
SP2	10	R\$ 235.000,00	R\$ 63.278,09	10%	R\$ 153.816,50	23,72%	1,65	3,71	4,88
	20				R\$ 303.722,09	26,69%	2,29		
SP6	10	R\$ 755.000,00	R\$ 88.291,28	10%	-R\$ 212.488,30	2,95%	0,72	8,55	+ 20,00
	20				-R\$ 3.326,56	9,94%	1,00		
SP10	10	R\$ 1.225.000,00	R\$ 148.818,80	10%	-R\$ 310.572,89	3,70%	0,75	8,23	18,18
	20				R\$ 41.978,34	10,50%	1,03		

Fonte: O autor

Os números apresentam situações as quais divergem da realidade dos tratamentos até então mencionados. Já sendo proprietário de um confinamento bovino de corte, em pleno funcionamento, e desejando montar apenas a estrutura de barracão para proporcionar conforto aos animais, para os três quantitativos apresentados, o tempo de retorno de investimento

descontado, é próximo a dez anos. Mesmo no cenário de 20 anos, os índices de lucratividade são baixos, assim como as TIRs.

Quando se tem o projeto de construção de barracão juntamente com a geração fotovoltaica de energia em sua cobertura, os indicadores favoráveis apontam apenas para o empreendimento menor (que é conectado em baixa tensão), enquanto os modelos que são conectados em média tensão apresentam inviabilidade na projeção de 10 anos, apresentando VPL negativo. Embora pouco lucrativos, e com *payback* de mais de 12 anos, as projeções para 20 anos indicam viabilidade.

Já no último cenário, onde já existe um confinamento em funcionamento, e existe a estrutura de barracão de sombreamento, fez-se a análise apenas para o projeto de implantação de geradores de energia fotovoltaica na cobertura do barracão. Os empreendimentos maiores se apresentaram inviáveis economicamente, onde a usina com 600 placas solares teve *payback* maior que 20 anos, com VPL negativo nas duas projeções. Dentro desta análise, o projeto que apresentou melhores índices, dentre todos os modelos apresentados, foi a instalação de geradores fotovoltaicos conectados à rede de distribuição em baixa tensão, partindo do pressuposto que já existe toda a estrutura de outra atividade montada, em funcionamento e quitada. O projeto tem *payback* descontado inferior a 5 anos e VPL na projeção de 10 anos no valor de 65,4% do investimento.

Este sistema conectado em baixa tensão, para potências menores que 75kW, são idênticos aos sistemas fotovoltaicos montados em residências, espalhadas por todo o país e pelo mundo. O tempo de retorno de investimento, nesses casos, pode variar entre 3 a 5 anos, considerados baixos, quando comparados aos períodos de retorno superiores a 10 anos, em meados de 2014 (GOBBO e SILVA, 2017; FREITAS *et al.*, 2018; BARBOZA *et al.*, 2019; PEREIRA, 2019).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No confinamento de bovinos de corte a céu aberto, os animais ficam em ambientes com exposição ao sol durante o dia todo. Nas condições em que a pesquisa foi realizada, tratando de bovinos predominantemente Nelore, em região de clima tropical como o município de Sinop, no Mato Grosso, a temperatura média do ar para os anos de 2018/19 foi de 25°C e máximas de 39°C (INMET, 2019). Para Ferreira (2005), um animal Nelore adulto somente fica em situação de estresse térmico, com temperatura do ambiente superiores a 35°C, pois sua zona de termoneutralidade varia entre 10°C a 32°C, e a raça é mais adaptada as condições severas de altas temperaturas. Sendo assim, o rebanho Nelore não sofre (ou sofre pouco) estresse térmico na região. Nota-se algum desconforto nos animais durante o intervalo compreendido entre 11h e 13h, devido a maior incidência de radiação solar direta, condição que não lhes proporciona bem-estar, fazendo com que o animal beba mais água, coma menos, passe mais tempo em ócio e permaneça a maior parte do tempo na posição em pé.

Com a utilização de sombra, seja ela natural ou artificial, o bem-estar e conforto térmico bovino em confinamento seria melhorado. A revisão de literatura do capítulo 2, deixou bem clara essa ideia, que foi problematizada no início da pesquisa. Com isso, a produção de carne seria aumentada, respondendo ao problema de pesquisa e atestando a hipótese inicial. Para o rebanho Nelore, o barracão de sombreamento não é essencial, pela resistência do animal às intempéries locais. Diferentemente para outras raças, como raças europeias que têm a zona de termoneutralidade entre -1°C e 21°C (PIMENTA, 2016), e são mais produtivas. Por este motivo, pecuaristas brasileiros fazem o cruzamento de animais adaptados ao clima tropical brasileiro, com animais de alta produtividade de origem europeia. Esses animais necessitam de cuidados especiais com relação ao bem-estar e conforto térmico, para que sua produção seja maximizada. Nesse caso, espera-se que, com o aumento da produtividade, se torne viável economicamente proporcionar sombra aos animais.

Foi tratado sobre o bem-estar animal nesta pesquisa, mas não foi considerada a qualidade final da carne, assim como seu real rendimento de carcaça, que poderia acarretar em valorização do produto.

O modelo mais viável a ser aplicado, instruída por índices econômicos resultado desta pesquisa, é de investimento e implantação de sistemas de confinamento a céu aberto, os quais se apresentaram muito mais seguros, de menor investimento, maior lucratividade e menor tempo de retorno, destacando ainda que os melhores índices foram apresentados pelos projetos maiores.

Quanto à utilização da cobertura dos barracões de sombreamento em confinamentos para geração de energia fotovoltaica, concluiu-se que, na condição de execução de projeto desde a construção do curral de confinamento até a geração de energia, o modelo indica menor índice de viabilidade de investimento, principalmente nos modelos conectados à rede de média tensão do sistema de distribuição, que foram calculados para projeções de 10 e 20 anos de trabalho. Os valores cobrados pelas concessionárias, dos sistemas de minigeração distribuída, inviabilizam tais investimentos, e são respaldados pelas normativas da Aneel. Enquanto não forem tomadas iniciativas, públicas e privadas, de forma a instigar tal sistema de geração de energia, com mudanças de impostos, desburocratização para regularização de micro e minigeradores, investimento em novas tecnologias e fomento no setor, o aproveitamento fotovoltaico ainda não se alavancará no mercado brasileiro.

Quando analisado individualmente (analisando a viabilidade da produção energética em situações onde já existem todas as estruturas de confinamento com sombreamento), o projeto de geração de energia fotovoltaica mostrou-se com maior viabilidade econômica, desde que, seja conectado à rede de distribuição em baixa tensão, como o caso de residências ou unidades consumidoras de pequeno porte. Este é o melhor cenário para investimento neste tipo de tecnologia, que tem tempo de retorno de investimento pequeno e alta lucratividade. Assim, foi atestada a hipótese inicial, justificando a forma mais viável de investimento em um projeto de geração de energia fotovoltaica, onde a suposição e o problema de pesquisa apresentados inicialmente foram satisfeitos.

## 5.1.RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No intuito de dar continuidade a atual pesquisa, é interessante utilizar de outros métodos de pesquisa e também responder a outros questionamentos:

- Fazer um acompanhamento nutricional com os animais da pesquisa, para atestar a qualidade da carne e seu real desempenho, devido à dieta e ao bem-estar animal;

- Instalar as estações meteorológicas em situações reais de confinamento bovino, para que seja possível a obtenção de resultados mais precisos;

- Testar raças de alta produtividade com zona de termoneutralidade diferente dos animais da raça Nelore, em região de clima tropical, nas condições indicadas nesta pesquisa;

- Simular a viabilidade econômica da geração de energia fotovoltaica conectada à rede de distribuição em média tensão, quando o pecuarista já é cliente do grupo A, como no exemplo

de possuir um armazém secador de grãos em sua propriedade, e já contabilizar a despesa com a contratação de demanda mensal, verificando se, sem o desconto da demanda no fluxo de caixa, o investimento se torna mais viável;

## REFERÊNCIAS

ABIEC. **Beef Report Perfil da Pecuária no Brasil**. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. [S.l.], p. 49. 2019.

ABREU, F. V. O pré-sal brasileiro e a legislação do novo marco regulatório: Uma avaliação geoeconômica dos recursos energéticos do Pré-sal. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 26, n. 1, p. 7 - 16, Fevereiro 2013. ISSN 0103-2410.

AGUIAR, R. C. F. N. **Estresse calórico em bovinos de corte criados a pasto e seus efeitos na sustentabilidade**. Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal de Goiás - Escola de Veterinária e Zootecnia. Goiânia, p. 34. 2013.

ALDABO, R. A. **Energia solar para produção de eletricidade**. São Paulo: Artliber, 2012.

ALENCAR, M. M.; POTT, E. B. **Criação de Bovinos de Corte na Região Sudeste**. EMBRAPA Pecuária Sudeste. [S.l.], p. 93. 2003. (ISSN: 1679-1495).

ALMEIDA, A. C. **Avaliação do conforto térmico em ovinos a céu aberto e em ambiente de confinamento na região norte da Bahia**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Vale do São Francisco - Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Petrolina - PE, p. 60. 2011.

ALMEIDA, A. J.; AZEVEDO, C. **Semiconfinamento**. 2ª. ed. São Paulo: Blobo, 1999.

ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 414 - Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica**. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. [S.l.], p. 80. 2010.

ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012**. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. [S.l.], p. 13. 2012.

ANEEL. **RESOLUÇÃO NORMATIVA N° 687, DE 24 DE NOVEMBRO DE 2015**. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. [S.l.], p. 25. 2015.

ANEEL. **MÓDULO 3 DO PRODIST Seção 3.7 - Acesso de micro e minigeração distribuída**. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - Procedimentos de Distribuição. [S.l.], p. 74. 2017.

AOSONG. FILIPEFLOP. **Datasheet DHT22**, 2019. Disponível em: <[img.filipeflop.com/files/download/Datasheet\\_DHT22\\_AM2302.pdf](http://img.filipeflop.com/files/download/Datasheet_DHT22_AM2302.pdf)>. Acesso em: 01 Outubro 2019.

ARANHA, H. S. **Produção e conforto térmico de bovinos da raça nelore terminados em sistemas integrados de produção agropecuária**. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas. Dracena, p. 56. 2017.

ARANHA, H. S. et al. Produção e conforto térmico de bovinos da raça Nelore terminados em sistemas integrados de produção agropecuária. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 71, n. 5, p. 1686 - 1694, outubro 2019. ISSN 1678-4162.

ARAÚJO, H. F. et al. Economic profitability indicators of minitomatoes organic production in greenhouses. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, Julho 2018. 246 - 252.

ARAÚJO, J. B. et al. Medidor de tempo de irradiação solar com arduino. **CONEM - IX Congresso Nacional de Engenharia Mecânica**, Fortaleza, Agosto 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16149: Sistemas Fotovoltaicos (FV) - Características da interface de conexão com a rede elétrica de distribuição**. Rio de Janeiro. 2013.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

AZEVÊDO, D. AGROLINK, 2007. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/colunistas/o-estresse-termico-em-bovinos-leiteiros-parte-2--o-ambiente-e-o-animal\\_385132.html](https://www.agrolink.com.br/colunistas/o-estresse-termico-em-bovinos-leiteiros-parte-2--o-ambiente-e-o-animal_385132.html)>. Acesso em: 01 Julho 2019.

AZEVEDO, M. et al. Níveis Críticos Superiores do Índice de Temperatura e Umidade para Vacas Leiteiras 1/2, 3/4 e 7/8 Holandês-Zebu em Lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2000 - 2008, 2005.

BAINES, S. G. Imagens de liderança indígena e o programa Waimiri-Atroari: índios e usinas hidrelétricas na Amazônia. **Revista de Antropologia**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 141 - 163, 2000. ISSN 0034-7701.

BANZI, M. **Primeiros passos com Arduino**. São Paulo: Novatec, 2012.

BARBOZA, F. A.; SOUZA, L. L.; PINTO, A. C. Financial feasibility analysis in the implementation of a photovoltaic microgeneration system. **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications**, v. 05, n. 17, p. 23 - 29, 2019. ISSN 2447-0228.

BELINO, R. A. **Aditivos em dietas de alto fornecimento de grãos para bovinos de corte em confinamento**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação Em Ciência Animal da UFMT. Cuiabá, p. 105. 2011.

BENNETT, I. L.; FINCH, V. A.; HOLMES, C. R. Time spent in shade and its relationship with physiological factors of thermoregulation in three breeds of cattle. **Applied Animal, Behav**, v. 13, p. 227 - 236, 1985.

BEZERRA, A. F. et al. Análise da viabilidade econômica de povoamentos de *Tectona grandis* submetidos a desbastes no Mato Grosso. **CERNE**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 583 - 592, Outubro 2011. ISSN 0104-7760.

BINOTTO, E. **Criação de conhecimento em propriedades rurais no Rio Grande do Sul, Brasil e em Queensland, Austrália**. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Programa de Pós-Graduação em Agronegócios. Porto Alegre, p. 268. 2005.

BRAGA, R. **Fundamentos e técnicas de administração financeira**. São Paulo: Atlas, 1995.

BRANCO, A. F. **Manual de instalações para confinamento de bovinos**. Maringá: IEPEC, 2014.

BRIDI, A. M. Instalações e Ambiência em Produção Animal. **UEL - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA**, 2006. Disponível em: <[http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia\\_arquivos/InstalacoeseAmbienciamProducaoAnimal.pdf](http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/InstalacoeseAmbienciamProducaoAnimal.pdf)>. Acesso em: 19 abr. 2020.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 1 - 11, 2004.

BROSH, A. et al. Effects of solar radiation, dietary energy, and time of feeding on thermoregulatory responses and energy balance in cattle in a hot environment. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 2671 - 2677, 1998.

CANTOR, G. A. R. **Influência dos fatores climáticos no desempenho de módulos fotovoltaicos em regiões de clima tropical**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal da Paraíba - Centro de Energias Alternativas e Renováveis. João Pessoa, p. 177. 2017.

CARDOSO, E. G. **Confinamento de bovinos**. EMBRAPA - Gado de corte. CURSO SUPLEMENTAÇÃO EM PASTO E CONFINAMENTO DE BOVINOS. Campo Grande - MS, p. 59 - 72. 2000. (ISBN: 85-297-0060-0).

CARVALHO, T. B.; ZEN, S. **Cadeia da pecuária de corte - perspectivas de produção e consumo no Brasil**. Apresentação oral - 48º Congresso SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e sociedade rural. Campo Grande, p. 12. 2010.

CASAGRANDE, A.; SEVERO, T. C. Desenvolvimento de uma estação meteorológica com supervisor e base de dados. **VII Congresso Brasileiro de energia solar**, Gramado, Abril 2018.

CEZAR, I. M. et al. **Sistema de produção de gado de corte no Brasil: Uma descrição com ênfase Alimentar e no Abate**. Campo Grande - MS: EMBRAPA - Gado de corte, 2005.

COSTA, H. J. S. **AVALIAÇÃO DO FATOR DE DIMENSIONAMENTO DO INVERSOR EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS CONECTADOS À REDE**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal do Ceará - Departamento de Engenharia Elétrica. Fortaleza, p. 86. 2010.

COSTA, M. J. R. P. **Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto**. Anais de Etologia, 18 - Departamento de Zootecnia - UNESP. Jaboticabal, p. 26 - 42. 2000.

COSTA, M. J. R. P.; SPIRONELLI, A. L. G.; QUINTILIANO, M. H. **Boas práticas de manejo - Embarque**. Funep. Jaboticabal, p. 35. 2008. (ISBN 978-85-7805-103-7).

CRESESB. Centro de Referência para as energias solar e eólica Sérgio de S. Brito, 2019. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/index.php#data>>. Acesso em: 13 Agosto 2019.

DAVIS, M. S. et al. Strategies to reduce feedlot cattle heat stress: Effects on tympanic temperature. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 649 - 661, 2003.

DEMINICIS, B. B.; MARTINS, C. B. **Tópicos especiais em ciência animal III**. Alegre - ES: CAUFES, 2014.

DENARDIN, A. A. A importância do custo de oportunidade para a avaliação de empreendimentos baseados na criação de valor econômico (Economic Value Added - EVA). **ConTexto**, Porto Alegre, v. 4, n. 6, p. 1 - 20, 2004. ISSN 2175-8751.

DEVORE, J. L. **Probabilidade e Estatística para Engenharia e Ciências**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.

DUPONT, F. H.; GRASSI, F.; ROMITTI, L. Energias renováveis - buscando por uma matriz energética sustentável. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 70 - 81, Agosto 2015. ISSN 22361170.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética, 2019. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica#ENERGETICA>>. Acesso em: 30 Outubro 2019.

EUCLIDES FILHO, K. **Produção de bovinos de corte e o trinômio Genótipo-Ambiente-Mercado**. Campo Grande - MS: Embrapa - Gado de corte, 2000.

FACHINETTO, J. D.; BRISOLA, M. V. Evolução dos estudos sobre a produção de bovinos de corte e a emissão de gases de efeito estufa decorrente dessa atividade na região central do Brasil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 45, p. 180 - 193, Abril 2018. ISSN 2176-9109.

FEARNSIDE, P. M. **Environmental and Social Impacts of Hydroelectric Dams in Brazilian Amazonia: Implications for the Aluminum Industry**. Hidrelétricas na Amazônia: Impactos Ambientais e Sociais na Tomada de Decisões sobre Grandes Obras. Vol. 2. Editora do INPA. Manaus, p. 48 - 65. 2016. (0305-750X).

FENNER, M. I. **O fator tributário no planejamento estratégico para povoamentos de Pinus taeda**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, p. 84. 2006.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005.

FERRO, D. A. D. C. et al. Physiological and behavioral responses of Nellore steers to artificial shading in an intensive production system. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 37, n. 4, p. 2785 - 2792, 2016.

FILIFEFLOP. FILIFEFLOP. **FILIFEFLOP componentes eletrônicos**, 2019. Disponível em: <[www.filife flop.com](http://www.filife flop.com)>. Acesso em: 30 Setembro 2019.

FREITAS, R. M. et al. **Estudo de viabilidade da implantação de um sistema de microgeração de energia fotovoltaica para FACTHUS**. XVI CEEL - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, p. 6. 2018. (2178-8308).

FRIZZO, A. C. **Semiconfinamento com a utilização de sombreamento e sua influência no conforto térmico de bovinos de corte.** Trabalho de conclusão de curso - UTFPR - Zootecnia. Dois Vizinhos, p. 44. 2014.

GARCIA NETO, S. et al. **DESEMPENHO DE BOVINOS MISTIÇOS CRIADOS EM CONFINAMENTO COM DISPONIBILIDADE DE SOMBREAMENTO NATURAL E ARTIFICIAL.** Artigo de Congresso: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. Foz do Iguaçu, p. 5. 2016.

GARCIA, P. R. et al. **ANÁLISE ESPACIAL DO MICROCLIMA EM GALPÕES FREE-STALL COM SISTEMA DE VENTILAÇÃO CRUZADA E VENTILAÇÃO FORÇADA.** **XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015, SÃO PAULO, p. SETEMBRO, 17 2015.**

GOBBO, E. R.; SILVA, M. A. T. F. **Viabilidade econômica da energia fotovoltaica residencial no Brasil.** Trabalho de conclusão de curso - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 149. 2017.

GOMES, O. **Rastreabilidade bovina direcionada para o gerenciamento da propriedade rural ; controle nutricional e sanitário.** Monografia de Especialização - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Faculdade de Veterinária. Porto Alegre, p. 57. 2012.

GOMES, R. C.; FEIJÓ, G. L. D.; CHIARI, L. **Evolução da Qualidade da Pecuária Brasileira.** EMBRAPA - GADO DE CORTE - NOTA TÉCNICA. Campo Grande, p. 4. 2017.

GUIMARÃES, C. M. C. et al. Termorregulação em bubalinos submetidos a duas temperaturas de ar e duas proporções de volumoso - concentrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 437 - 443, Abril 2001.

HIRASHIMA, S. Q. S.; ASSIS, E. S. Confecção e aferição de termômetro de globo negro e abrigo meteorológico para medição de variáveis climáticas em ambientes externos. **XI ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído; VII ELACAC - Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído**, Búzios, 2011.

HOFFMANN, J. L. **Bem-estar animal no contexto das barreiras comerciais.** Nota técnica - CNA Brasil. [S.l.], p. 5. 2016.

IBGE. **Pesquisas Trimestrais da Pecuária.** Manual Técnico - V1 - 4ª Ed. [S.l.], p. 62. 2013.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2017. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 16 Junho 2019.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2019. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/?lang=&coduf=51&search=mato-grosso>>. Acesso em: 13 Agosto 2019.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia, 2019. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 13 Agosto 2019.

KARPINSKI, R. Viabilidade do confinamento de bovinos utilizando alto grão, cenário 2016. **FAE**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 35 - 54, Dezembro 2017.

KASSAI, J. R. et al. **Retorno de investimento - abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2005.

KUBIAK, K. I. **Proposta de um Sistema de Custos para uma Fazenda de Confinamento de Gado**. Trabalho de conclusão de curso - Ciências Contábeis - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 76. 2006.

LEÃO, D. B. **Comportamento, ganho de peso e rendimento de carcaça de bovinos em sistema de confinamento com uso de sombreamento artificial, em Paragominas - Pará**. Trabalho de conclusão de curso - UFRA. Paragominas, p. 71. 2016.

LEIVA, T. et al. Supplementing an immunomodulatory feed ingredient to modulate thermoregulation, physiologic, and production responses in lactating dairy cows under heat stress conditions. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 6, p. 1 - 10, 2017.

LEME, T. M. S. P. et al. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 668 - 675, 2005.

LEMES JÚNIOR, A. B.; RIGO, C. M.; CHEROBIM, P. M. S. **Administração financeira - princípios, fundamentos e práticas brasileiras**. 4. ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER, 2016.

LEONÍDIO, D. M. **Curral de confinamento para acabamento de 250 cabeças de gado de corte com curral de manobras**. Universidade Estadual de Goiás. Anápolis. 2010.

LIMA, L. H. S. G.; SOUSA, L. B. Análise da viabilidade econômica da unidade móvel de um serviço de referência em oftalmologia. **Arquivo Brasileiro de Oftalmologia**, São Paulo, v. 68, n. 5, p. 609 - 614, Outubro 2005. ISSN 1678-2925.

LOPES, A. C. R. **Ganho de peso e rendimento de carcaça de bovinos de corte confinados com acesso a sombra**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Uberlândia - Faculdade de Medicina Veterinária. Uberlândia, p. 45. 2009.

MADER, T. L.; JOHNSON, L. J.; GAUGHAN, J. B. A comprehensive index for assessing environmental stress in animals. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 2153 - 2165 , 2010.

MAIER, T. F. et al. FINANCIAL ANALYSIS OF ENRICHMENT MODEL USING TIMBER AND NON-TIMBER PRODUCTS OF SECONDARY REMNANTS IN THE ATLANTIC FOREST. **Revista Árvore**, Viçosa, 11 fevereiro 2019. 1 - 11.

MARÇAL, V. G. **Análise de índices de conforto térmico não convencionais - uma avaliação em ambiente escolar**. Tese de Doutorado - Departamento de engenharia civil - Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, p. 225. 2016.

MARCHETO, F. G. et al. Efeito das temperaturas de bulbo seco e de globo negro e do índice de temperatura e umidade, em vacas em produção alojadas em sistema free-stall. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, 2002. 320 - 323.

MARQUES, J. A. et al. COMPORTAMENTO INGESTIVO DE TOURINHOS CONFINADOS COM OU SEM ACESSO À SOMBRA. **Campo Digital**, Campo Mourão, v. 2, n. 1, p. 43 - 49, Junho 2007.

MARTIN, L. C. T. **Confinamento de bovinos de corte**. 3ª ed. ed. São Paulo: Nobel, 1999.

MARTINAZZO, C. A.; ORLANDO, T. Comparação entre três tipos de sensores de temperatura em associação com Arduino. **PERSPECTIVA**, Erechim, v. 40, n. 151, p. 93 - 104, Setembro 2016.

MARTINAZZO, C. A.; ORLANDO, T. Desenvolvimento de um sistema de aquisição de dados de corrente e tensão para módulos fotovoltaicos. **PERSPECTIVA**, Erechim, v. 41, n. 155, p. 51 - 62, Setembro 2017.

MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; PEREIRA, E. B. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 1304 - 1317, Dezembro 2008.

MARTINS, J. L. **Avaliação da qualidade térmica do sombreamento natural de algumas espécies arbóreas, em condição de pastagem**. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, p. 99. 2001.

MEDEIROS, J. A. V. **Análise da viabilidade econômica de sistema de confinamento de bovinos de corte em Goiás: aplicação da teoria de opções reais**. Dissertação de Mestrado - UFG - Mestrado em Agronegócio. Goiânia, p. 71. 2013.

MEDEIROS, S. R.; GOMES, R. D. C.; BUNGENSTAB, D. J. **Nutrição de bovinos de corte - Fundamentos e aplicações**. Brasília: Embrapa Gado de Corte, 2015.

MELO FILHO, G. A.; QUEIROZ, H. P. **Gado de corte - o produtor pergunta, a Embrapa responde (coletânea 500 perguntas, 500 respostas)**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011.

MERTENS, D. R. **Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations**. Informational Conference with dairy and Forage Industries. Wisconsin - USA, p. 81 - 92. 1996.

MEYER, U. et al. Investigation on the water intake of lactating dairy cows. **Livestock Production Science**, v. 90, n. 2-3, p. 117 - 121, November 2004.

MISSIO, R. L. et al. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados em diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 7, p. 1309 - 1316, Julho 2009. ISSN 1806-9290.

MITLÖHNER, F. M.; GALYEAN, M. L.; MCGLONE, J. J. Shade effects on performance, carcass traits, physiology, and behavior of heat-stressed feedlot heifers. **American Society of Animal Science**, Lubbock - Texas, 2002. 2043 - 2050.

MONK, S. **Programação com Arduino II - Passos avançados com sketches**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

MONK, S. **Programação com Arduino - começando com sketches**. 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2017.

MOREIRA, S. A. **Desenvolvimento de um modelo matemático para otimização de sistema integrado de produção agrícola com terminação de bovinos de corte em confinamento**. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília, p. 146. 2010.

MOREIRA, S. A. et al. Análise econômica da determinação de gado de corte em confinamento dentro da dinâmica de uma propriedade agrícola. **Custos e @gronegócios on line**, v. 5, n. 3, Agosto 2009. ISSN 1808-2882.

MOTTA, C. RBA - REDE BRASIL ATUAL. **ECONOMIA**, 2020. Disponível em: <<https://www.redebrasilatual.com.br/economia/2020/03/taxa-basica-juros-cai-375-ano/>>. Acesso em: 28 Abril 2020.

NAAS, I. A.; ARCARO JR, I. Influência de ventilação e aspensão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 139 - 142, 2001.

NAVARINI, F. C. et al. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 4, p. 508 - 517, 2009.

NEIVA, J. N. M. et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v. 33, n. 3, p. 668-678, Junho 2004.

NOGUEIRA, M. P. **Gestão de custos e avaliação de resultados: agricultura e pecuária**. 2ª. ed. Bebedouro: EMBRAPA - Gado de corte, 2007.

NORMA DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA. **NDU 015 - Critérios para a conexão de acessantes de centrais geradoras e geração distribuída ao sistema de distribuição para conexão em média tensão**. ENERGISA. João Pessoa. 2017.

NORMA DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA. **NDU 013 - Critérios para conexão em baixa tensão de acessantes de geração distribuída ao sistema de distribuição**. ENERGISA. João Pessoa. 2018.

NORMA DE DISTRIBUIÇÃO UNIFICADA. **NDU 02 - Fornecimento de energia em tensão primária**. ENERGISA. Cataguases. 2019.

NOTÍCIAS, A. NOTÍCIAS AGRICOLAS. **NOTÍCIAS AGRICOLAS**, 2020. Disponível em: <<https://www.noticiasagricolas.com.br/>>. Acesso em: 21 ABRIL 2020.

NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7ª ed. rev. - National Research Council. Washington, DC, p. 381. 2001.

OIE. OIE (World Organization for Animal Health). New mandates resolution No. XIV. Adopted by the International Committee of the OIE on 29 May 2002. **Animal Welfare**

**Mandate of the OIE**, 2002. Disponível em: <<http://www.oie.int/about-us/key-texts/basic-texts/new--mandates/>>. Acesso em: 05 Julho 2019.

OLIVEIRA FILHO, A. **Produção e Manejo de Bovinos de Corte**. Cuiabá: KCM, 2015.

OLIVEIRA, F. S. **Análise do sistema de confinamento de bovinos de corte no mercado brasileiro**. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília, p. 102. 2017.

OLIVEIRA, I. P. **Análise das Metodologias de depreciação dos imóveis e vida útil**. Trabalho de conclusão de pós graduação Lato Sensu - Centro Universitário de Brasília. Brasília, p. 69. 2018.

OLIVEIRA, R. M. **Respostas produtivas e fisiológicas de bovinos mestiços de origem leiteira e Nelore submetidos a ambiente sombreado ou a pleno sol**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Tocantins. Araguaína, p. 81. 2015.

OLIVEIRA, T. F. **Efeito da temperatura e umidade na ingestão de alimentos de touros nelore confinados no cerrado**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, p. 41. 2016.

ORTIZ, M. S. et al. Utilização de sensores de radiação solar para a análise da distribuição espacial de insolação. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Santos, Maio 2017. ISSN 978-85-17-00088-1.

PACHECO, P. S. et al. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 309 - 320, 2006.

PAIVA, M. L. **Avaliação da aplicabilidade de um sistema fotovoltaico conectado à rede em uma granja de aves no estado do Mato Grosso e seus impactos ambientais**. Dissertação de Mestrado - UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, p. 85. 2018.

PASSINI, R. et al. Intervenção ambiental na cobertura e ventilação artificial sobre índices de conforto para aves de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 3, p. 333 - 338, 2013.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633 - 1644, 2007.

PEIXOTO, A. M. et al. **O confinamento de bois**. 3ª. ed. São Paulo: Globo, 1989.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia Agrícola**. Material da disciplina - Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Departamento de Ciências Exatas. Piracicaba, p. 192. 2007.

PEREIRA, J. C. C. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005.

PEREIRA, S. C. M. **Projeto de microgeração fotovoltaica conectada à rede de distribuição com análise econômico-financeira para a comunidade do Quilombo do Campinho da Independência em Paraty - RJ**. Trabalho de conclusão de curso - Engenharia Elétrica - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p. 88. 2019.

PERFILOR. Arcelor Mittal - Perfilor, 2019. Disponível em: <[http://www.perfilor.com.br/materias.php?cd\\_secao=51](http://www.perfilor.com.br/materias.php?cd_secao=51)>. Acesso em: 31 Outubro 2019.

PERISSINOTO, M. et al. Influencia do ambiente no consumo de agua de bebida de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 2, 2005.

PIMENTA, P. S. **Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor em novilhos Senepol**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Goiás - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Goiânia, p. 60. 2016.

PINHO, J. T. **Sistemas Híbridos - Soluções Energéticas para a Amazônia**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: CEPEL - CRESESB, 2014.

PIPE, J. **Energia Solar**. São Paulo: Callis, 2016.

PIRES, F. M. A. **Manejo nutricional para evitar o estresse calórico**. Embrapa Gado de Leite: Comunicado técnico 52. Juiz de Fora. 2006.

PRESTON, R. L. **Management of high concentrate diets in feedlot**. CBNA - Simpósio sobre produção intensiva de gado de corte - Anais. Campinas, p. 82 - 91. 1998.

QUINTILIANO, M. H.; PASCOA, A. G.; COSTA, M. J. R. P. **Boas práticas de manejo - CURRAL - Projeto e Construção**. Funep. Jaboticabal, p. 55. 2014. (ISBN: 978-85-7805-129-7).

RABUSKE, R.; FRIEDRICH, L. R.; FONTOURA, F. B. B. Análise da viabilidade para implantação de energia fotovoltaica com utilização para sombreamento de estacionamento. **Revista do CEPE**, Santa Cruz do Sul, n. 47, p. 36 - 48, Junho 2018. ISSN 1982 - 6729.

ROCHA, G. O. et al. Química sem fronteiras - o desafio da energia. **Química Nova**, v. 36, n. 10, p. 1540 - 1551, 2013.

RODRIGUES, R. **Viabilidade econômica de um sistema de produção pecuária de bovinos sob alta lotação: uso na pesquisa e na pecuária comercial**. Dissertação de Mestrado - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal. Pirassununga, p. 179. 2010.

SAMPAIO, C. A. P.; CARDOSO, C. O.; SOUZA, G. P. Temperaturas superficiais de telhas e sua relação com o ambiente térmico. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 230 - 236, Abril 2011.

SANTOS, E. O. **Administração financeira da pequena e média empresa**. São Paulo: Atlas, 2001.

SANTOS, F. A.; SOUZA, C. A.; DALFIOR, V. A. O. **ENERGIA SOLAR: um estudo sobre a viabilidade econômica de instalação do sistema fotovoltaico em uma residência em Ipatinga-MG**. Artigo apresentado no XIII SEGeT: Simpósio de excelência em gestão e tecnologia. [S.l.], p. 14. 2014.

SAUAIA, R. ABSOLAR. **Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica**, 2020. Disponível em: <<http://www.absolar.org.br/deixeasolarcrescer/tag/rodrigo-sauaia/>>. Acesso em: 02 Maio 2020.

SCHLESINGER, S. **Onde pastar? O gado bovino no Brasil**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: FASE, 2010.

SERWAY, R. A.; JEWETT JR, J. W. **Princípios de Física - Óptica e Física Moderna**. 3. ed. São Paulo: Thomson Learning, v. 4, 2007.

SEVEGNANI, K. B. et al. Efeito da aspersão de água, do sombreamento e do banho de imersão na capacidade termorregulatória e no ganho de peso de bubalinos. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 28, n. 1, p. 25 - 32, Março 2013. ISSN 1808-8759.

SILVA, A. C. et al. Análise de viabilidade econômica financeira para a implantação de uma central de massa em uma indústria cerâmica de Itaboraí, RJ. **Cerâmica**, São Paulo, Dezembro 2014. 490 - 500.

SILVA, D. A. L. et al. ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DE TRÊS SISTEMAS PRODUTIVOS DE CARVÃO VEGETAL POR DIFERENTES MÉTODOS. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 185 - 193, Fevereiro 2014. ISSN 0100-6762.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000.

SILVA, T. V. **Análise de eficiência de um seguidor solar em sistema conectado à rede - viabilidade econômica**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Espírito Santo - Programa de Pós-Graduação em Energia. São Mateus, p. 117. 2017.

SINAPI. Orçamentos de Referência. **Caixa Econômica Federal**, 2020. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/orcamentos-referencia/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 03 Abril 2020.

SIQUEIRA, N. FÓTON Engenharia Sustentável, 2019. Disponível em: <<https://fotonengenharia.com/como-funciona-a-energia-solar/>>. Acesso em: 28 Abril 2020.

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. 1ª. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SOARES, D. D. M. A. et al. Noções básicas sobre bovinocultura de corte. **INTESA**, Pombal - PB, v. 10, n. 2, p. 53 - 56, Dezembro 2016.

SOUSA, D. R.; SOUZA, D. J.; LAVINIA, N. C. **Desbravando o microcontrolador PIC18 - Recursos avançados**. 1ª. ed. São Paulo: Érika, 2013.

SOUSA, R. R.; ANTUNES, J. P.; CABRAL, I. Estação meteorológica experimental de baixo custo. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 27, p. 80 - 97, Agosto 2015. ISSN 1415-7543.

SOUZA JÚNIOR, W. D.; BALDISSERA, J. F.; BERTOLINI, G. R. F. Análise de opções reais aplicadas na diversificação da produção rural no estado do Paraná. **RESR: Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, 15 Julho 2019. 253 - 269.

SOUZA, B. B.; BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 8, n. 3, Julho 2012.

SOUZA, F. C. et al. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 157 - 164, Janeiro 2002.

SOUZA, J. S.; KLIEMANN NETO, F. J. O impacto da incorporação da inflação na análise de projetos de investimentos. **Produção**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 709 - 717, Outubro 2012. ISSN 0103-6513.

STARLING, C. M. J. et al. Variação estacional dos hormônios tireoidianos e do cortisol em ovinos em ambiente tropical. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2064 - 2073, 2005.

SUNERGIA. Sunergia Energia solar Off Grid, 2018. Disponível em: <<https://sunergia.com.br/blog/energia-solar-off-grid-sistema-isolado-desconectado-a-rede/>>. Acesso em: 28 Abril 2020.

TAVARES, J. E.; BENEDETTI, E. Água: uso de bebedouros e sua influência na produção de bovinos em pasto. **FAZU em revista**, Uberaba, n. 8, p. 152 - 157, 2011.

TAVEIRA, R. Z. et al. Avaliação do desempenho de bovinos de corte mestiços confinados em piquetes com sombrite e sem sombrite. **PUBVET - Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, Londrina, v. 6, n. 18, 2012.

TEIXEIRA, J. C.; HESPANHOL, A. N. A trajetória da pecuária bovina brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 36, p. 26 - 38, Julho 2014.

TEIXEIRA, M. **Efeito do estresse climático sobre parâmetros fisiológicos e produtivos em ovinos**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Ceará - Departamento de Zootecnia. [S.l.], p. 62. 2000.

TESOURO NACIONAL. TESOURO NACIONAL, 2019. Disponível em: <<http://www.tesouro.fazenda.gov.br/>>. Acesso em: 06 Novembro 2019.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. 1, 2009.

URBANETZ JUNIOR, J. **Sistemas fotovoltaicos conectados a redes de distribuição urbanas - sua influência na qualidade de energia elétrica e análise dos parâmetros que possam afetar a conectividade**. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 189. 2010.

USDA. Departamento de Agricultura dos EUA, 2019. Disponível em: <<https://www.usda.gov/>>. Acesso em: 05 Julho 2019.

USINAINFO. Eletrônica e Robótica, 2019. Disponível em: <[www.usinainfo.com.br](http://www.usinainfo.com.br)>. Acesso em: 29 Setembro 2019.

VALADARES FILHO, S. C. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados**. 2ª. ed. Viçosa: UFV - 193p, 2010.

VALADEZ-NORIEGA, M. et al. Effects of greenhouse roofs on thermal confort, behavior, health, and finishing performance of commercial zebu steers in cold arid environments. **Journal of Veterinary Behavior**, 11 October 2019. 54 - 61.

VALLE, E. R. **Boas práticas agropecuárias - Bovinos de corte**. 2ª ed. ed. Campo Grande - MS: EMBRAPA, 2011.

VAZ, C. M. S. L. **Ovinos - O produtor pergunta, a Embrapa responde (coletânea 500 perguntas, 500 respostas)**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

VIEIRA, R. G. et al. Medição da radiação solar global utilizando sensor LDR. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v. 7, n. 1, Abril 2015. ISSN 2176-7270.

VILLALVA, M. G. **Energia solar fotovoltaica - Conceitos e Aplicações**. 2ª. ed. São Paulo: Érika, 2015.

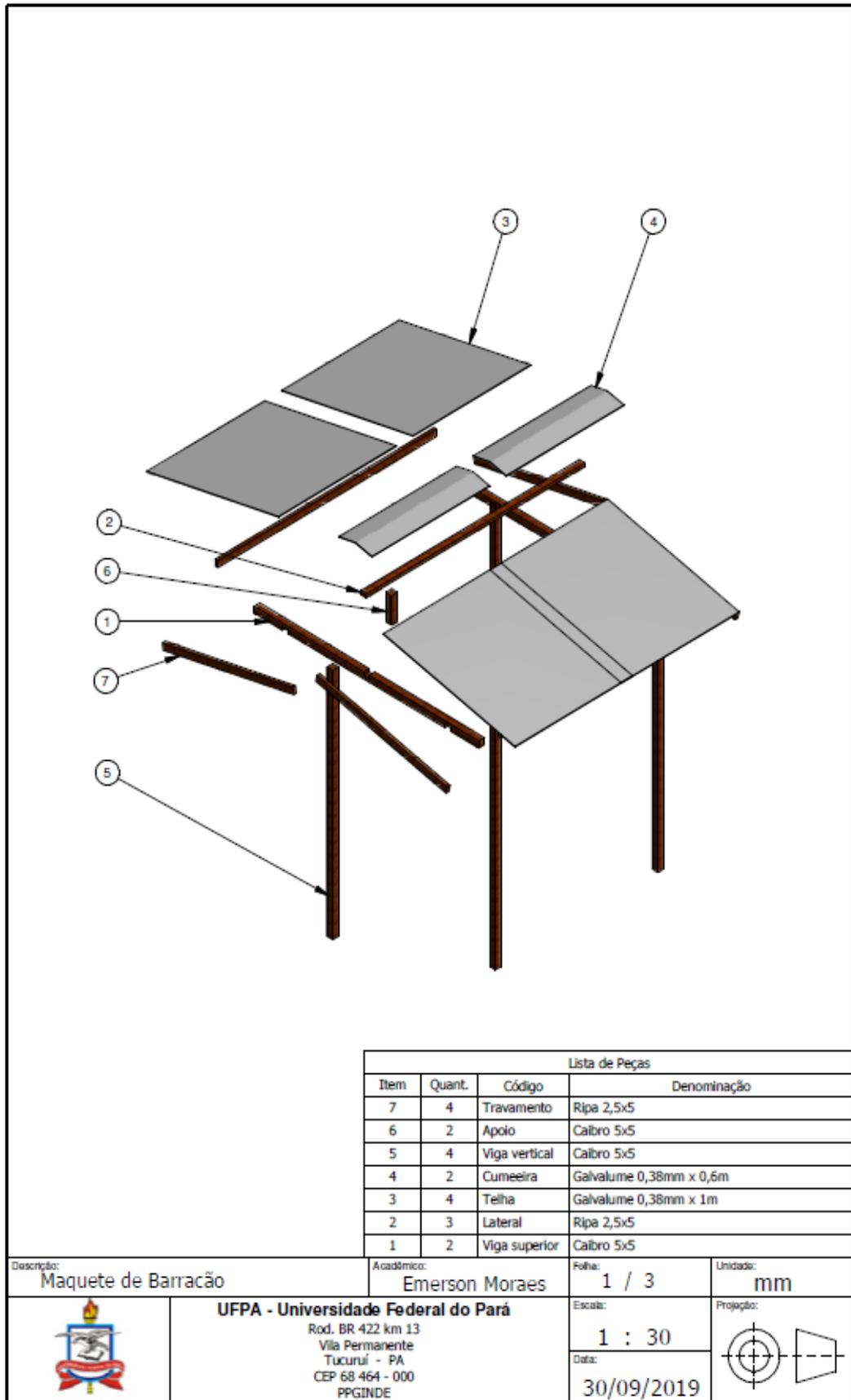
ZAIA, M. Pasto extraordinário. **Pasto extraordinário**, 2019. Disponível em: <<http://pastoextraordinario.com.br/mercado-mundial-de-carne-bovina-2019/>>. Acesso em: 04 Julho 2019.

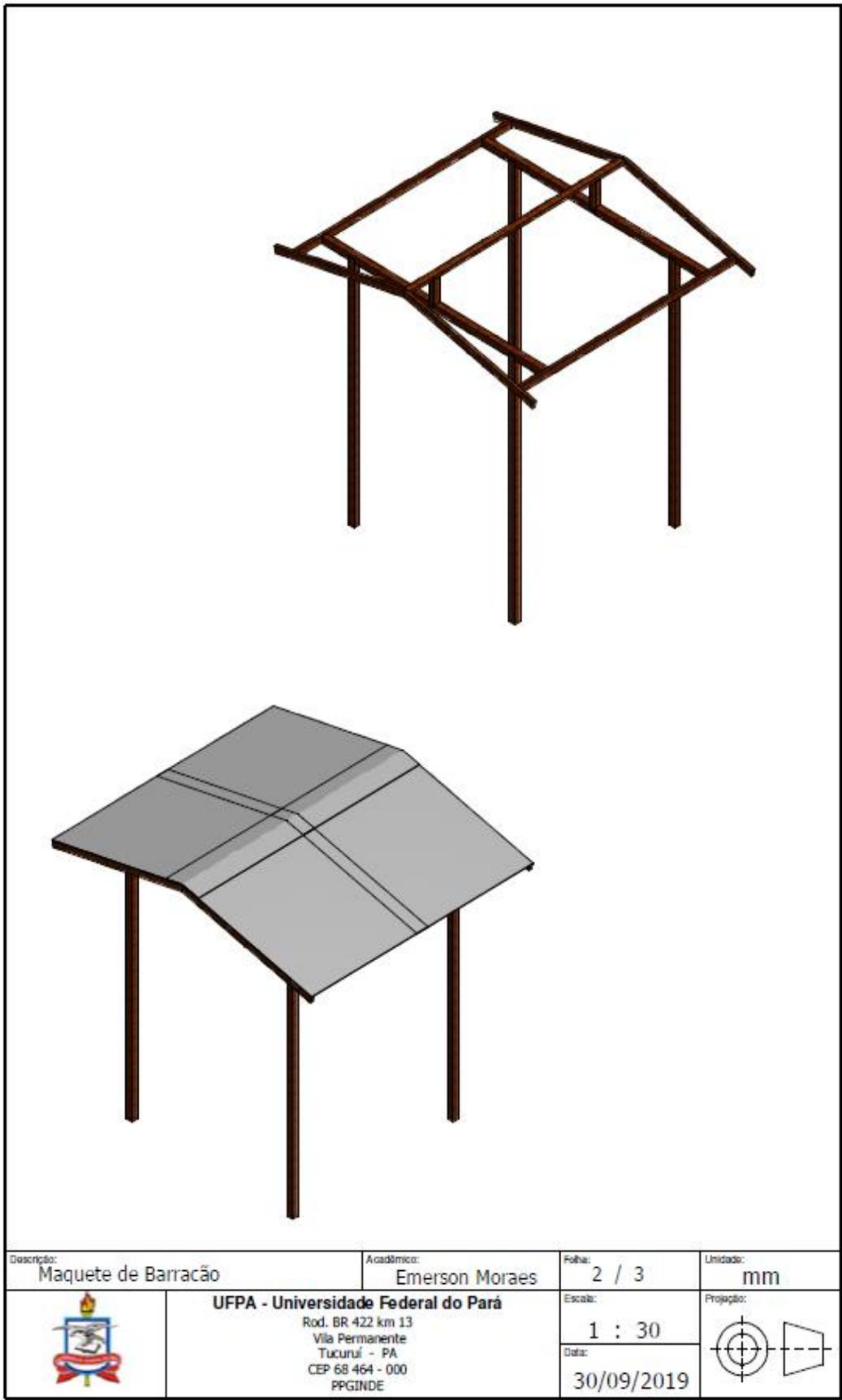
ZHANG, F. J. et al. Effects of temperature-humidity index and chromium supplementation on antioxidant capacity, heat shock protein 72, and cytokine responses of lactating cows. **JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE**, November 2014. 3026 - 3034.

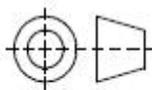
ZILLES, R. et al. **Sistemas fotovoltaicos conectados á rede elétrica**. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

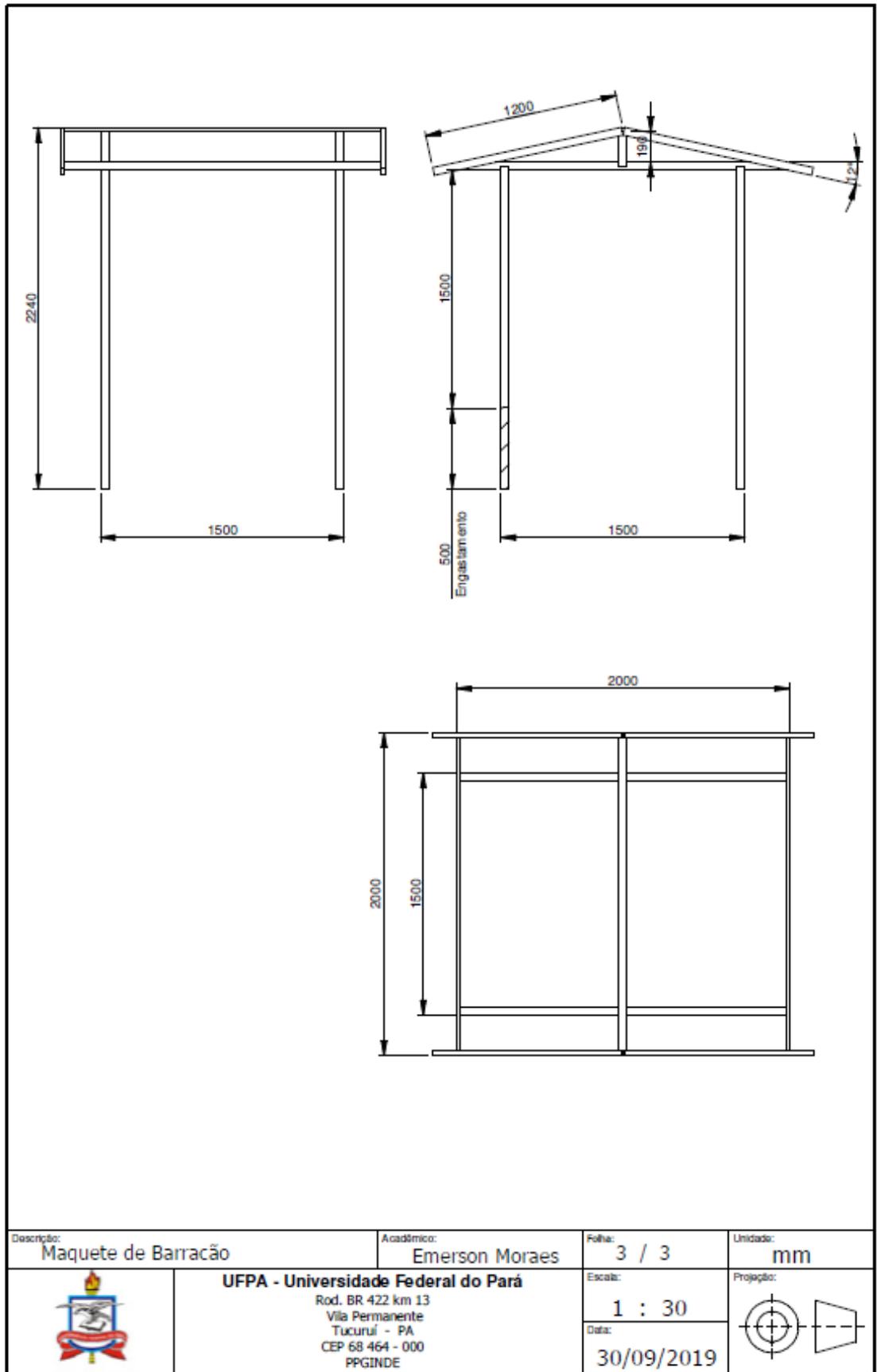
## **APÊNDICES**

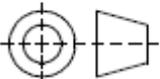
## APÊNDICE A – DIMENSÕES DO PROTÓTIPO DE BARRACÃO



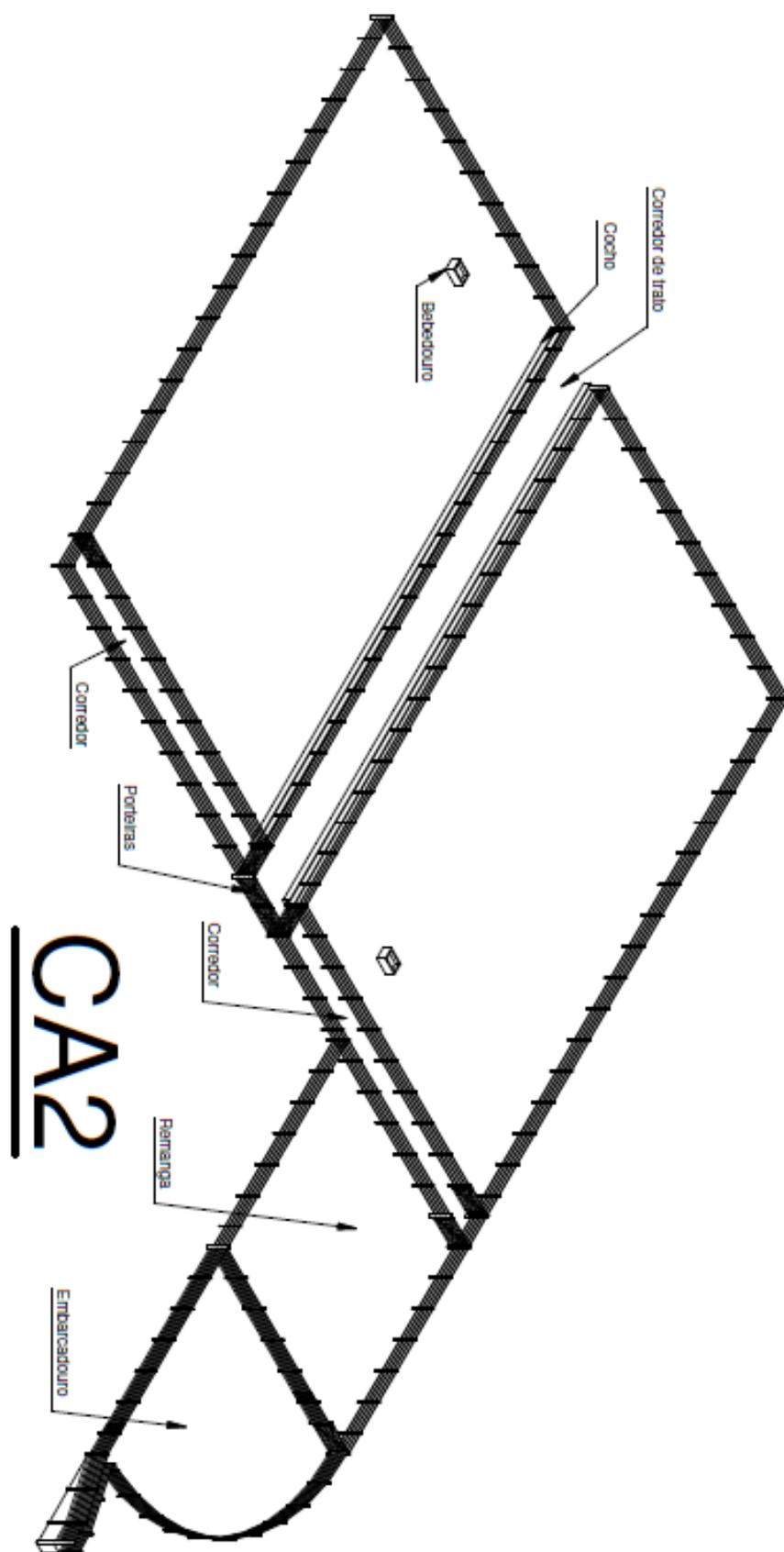


Descrição: Maquete de Barracão	Acadêmico: Emerson Moraes	Folha: 2 / 3	Unidade: mm
	<b>UFPA - Universidade Federal do Pará</b> Rod. BR 422 km 13 Vila Permanente Tucuruí - PA CEP 68 464 - 000 PPGINDE	Escala: 1 : 30 Data: 30/09/2019	Projeção: 

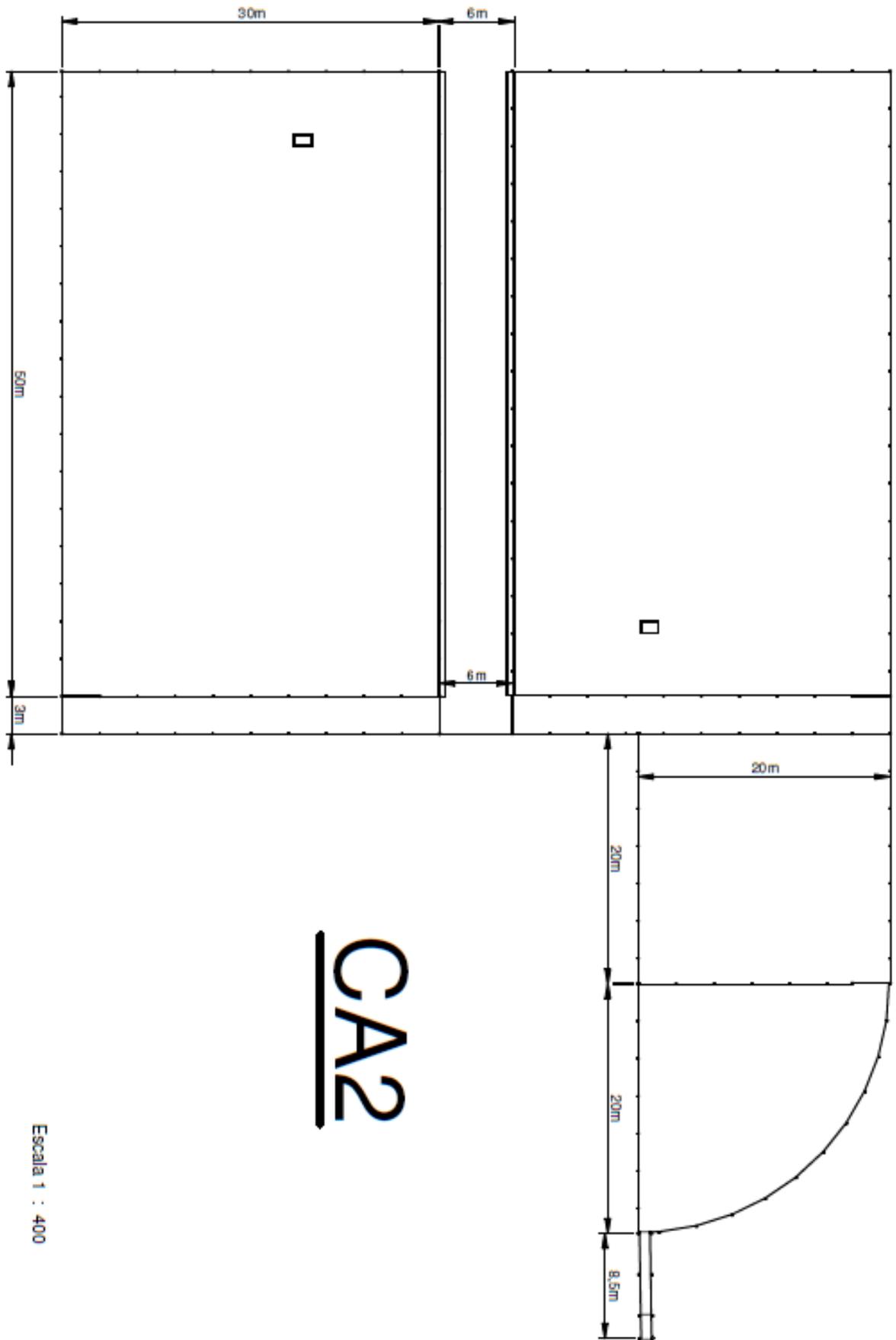


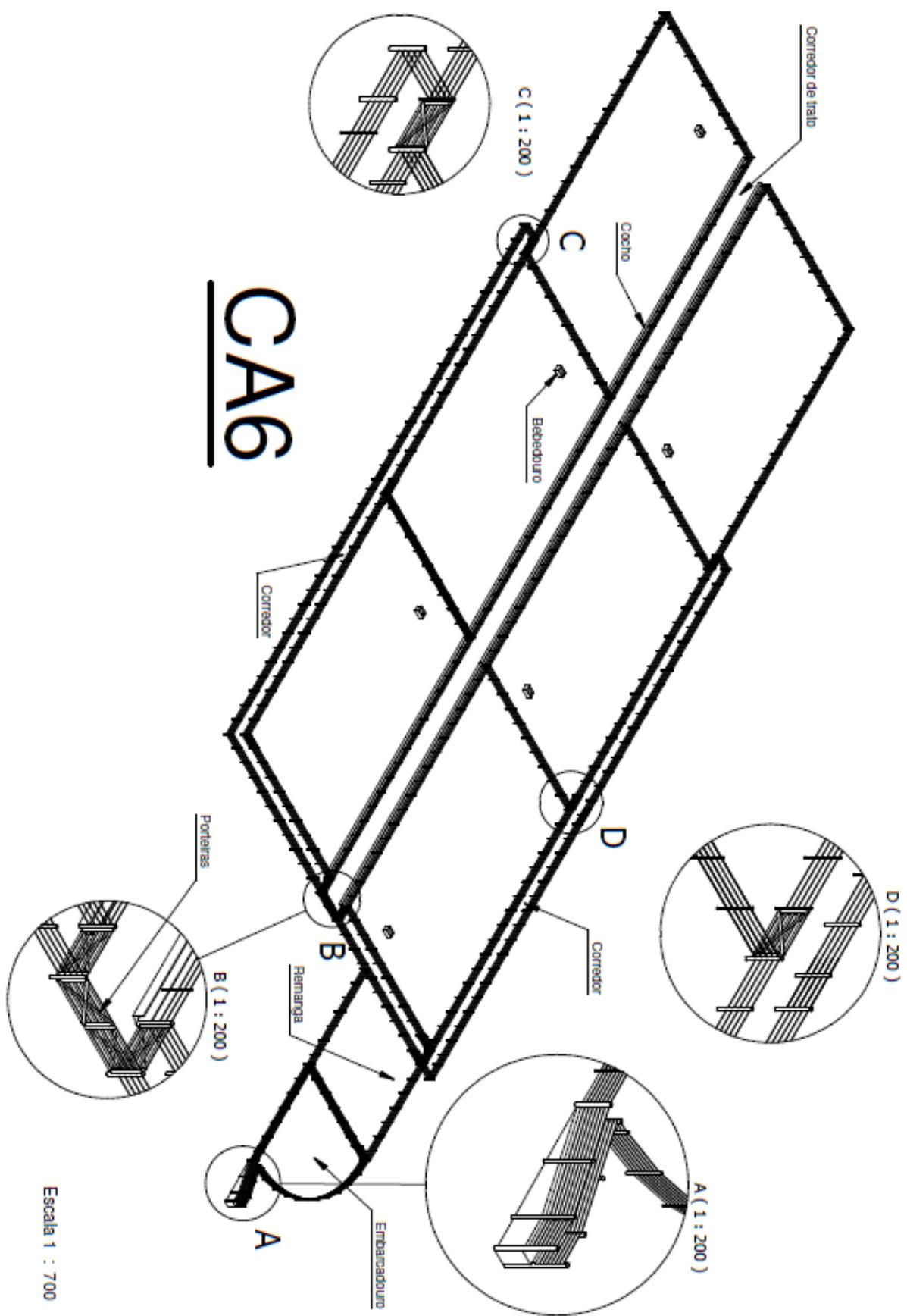
Descrição: <b>Maquete de Barracão</b>	Acadêmico: <b>Emerson Moraes</b>	Folha: <b>3 / 3</b>	Unidade: <b>mm</b>
	<b>UFPa - Universidade Federal do Pará</b> Rod. BR 422 km 13 Vila Permanente Tucuruí - PA CEP 68 464 - 000 PPGINDE	Escala: <b>1 : 30</b> Data: <b>30/09/2019</b>	Projeção: 

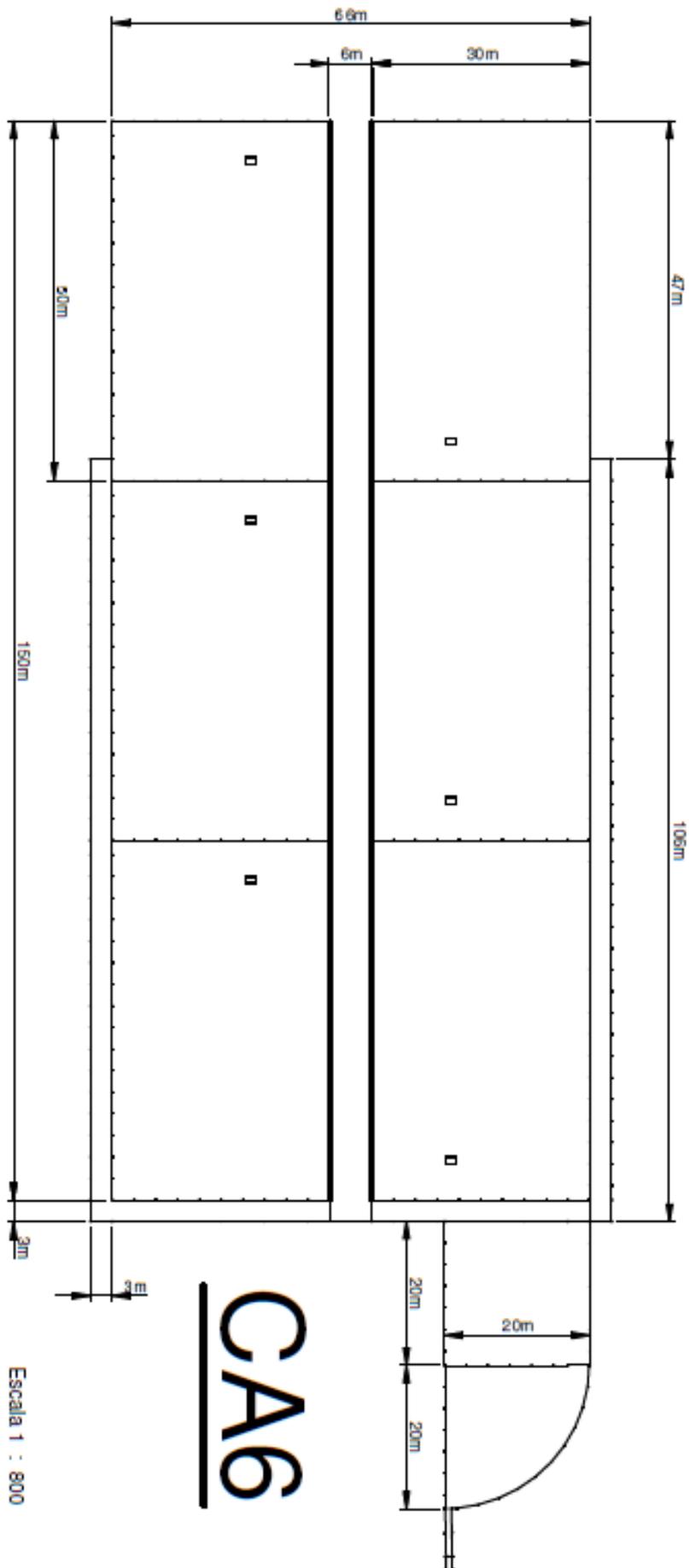
## APÊNDICE B – DETALHES DOS TRATAMENTOS CA



Escala 1 : 400



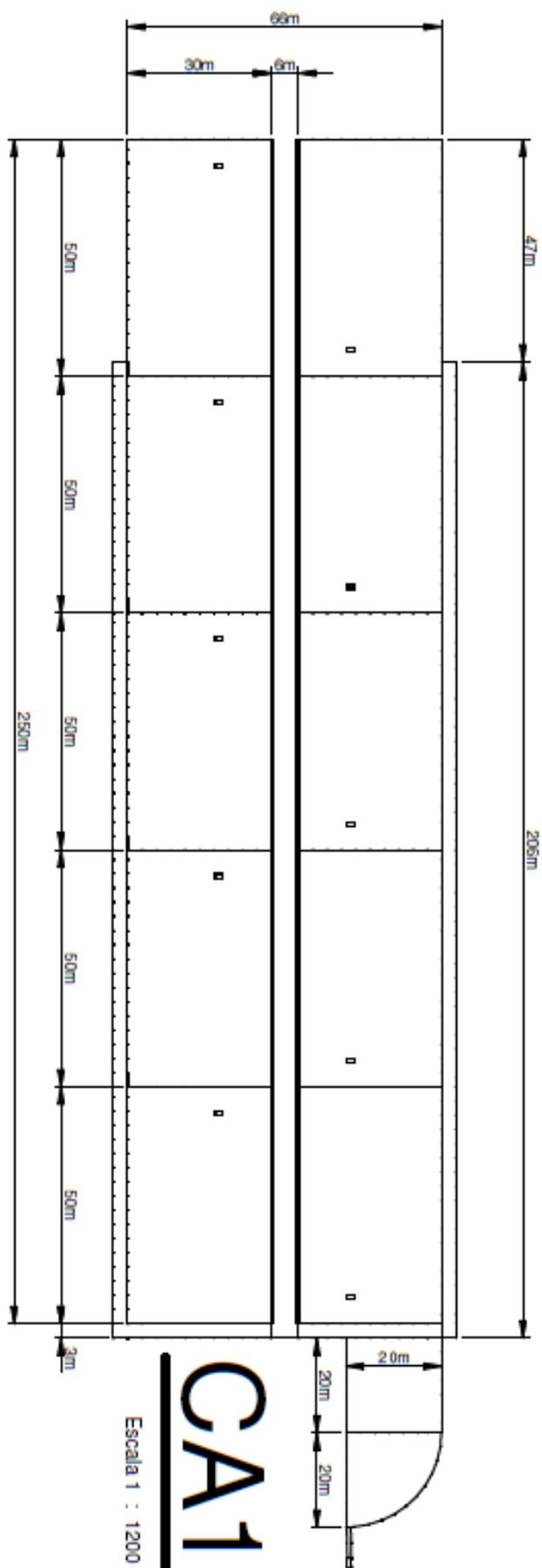




**CAG**

Escala 1 : 800



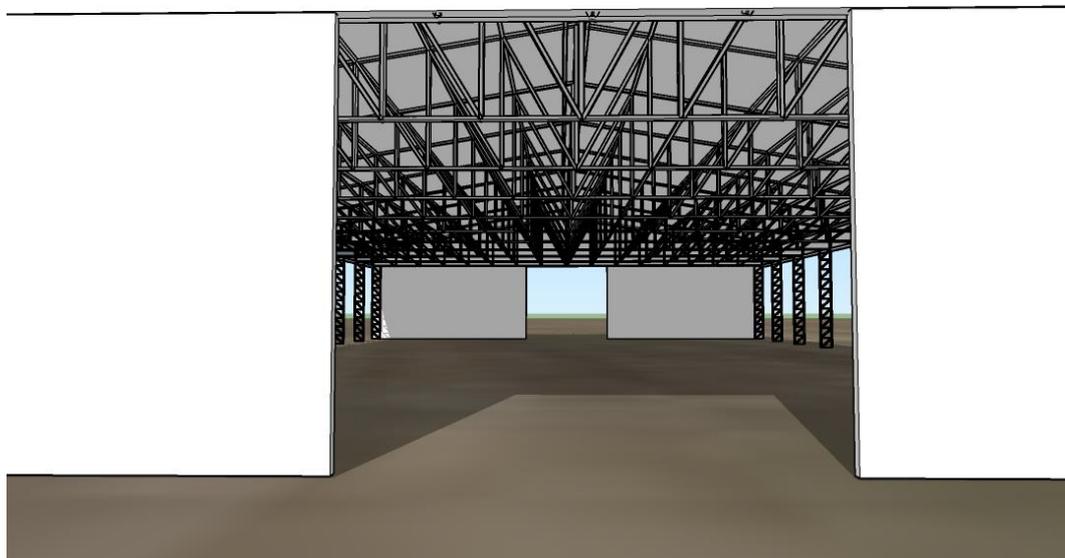


**CA10**

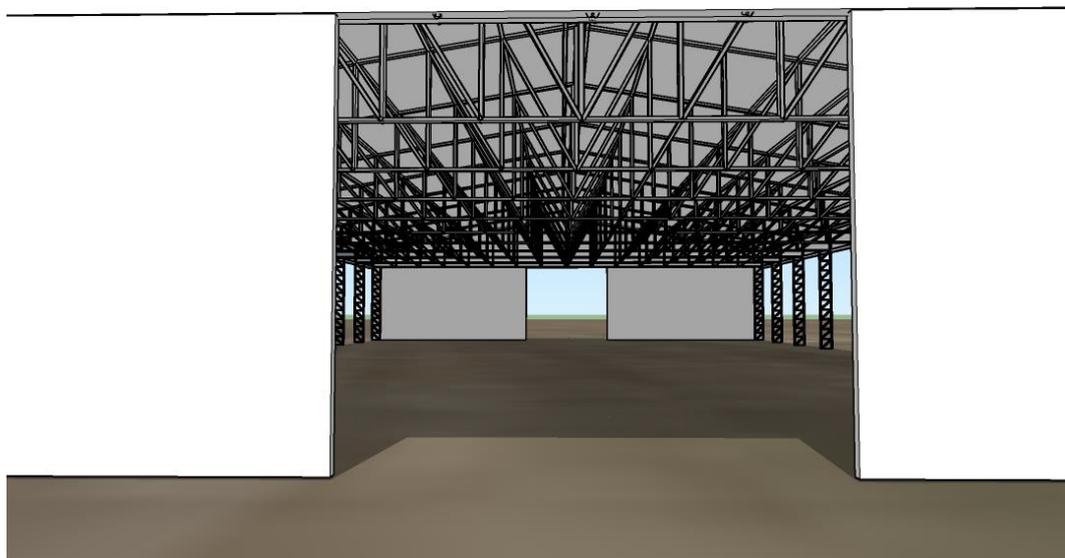
Escala 1 : 1200

## APÊNDICE C – DETALHES DOS TRATAMENTOS CT

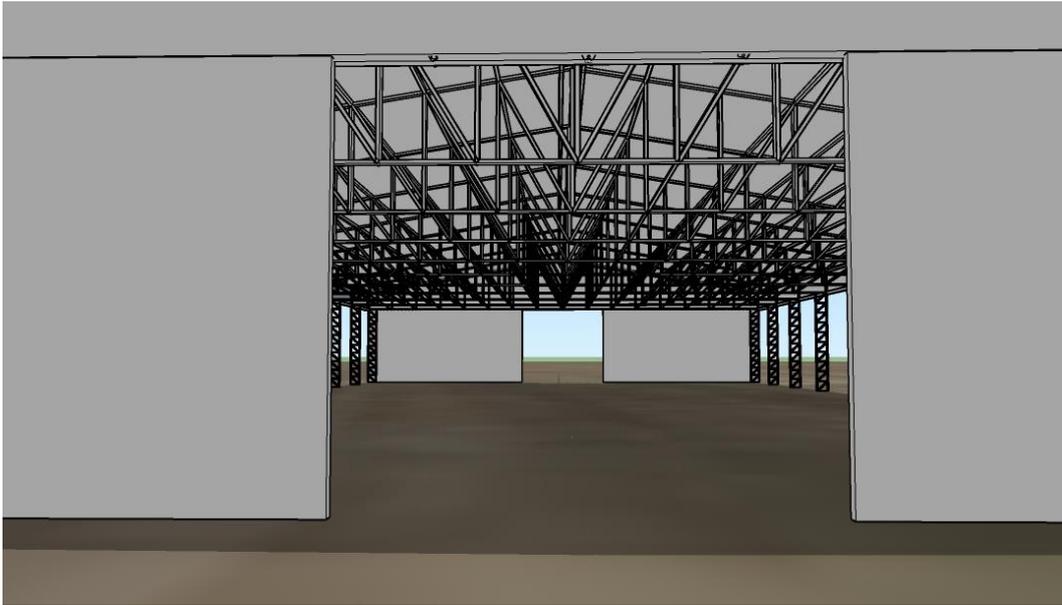
Sombreamento em barracão as 7h da manhã



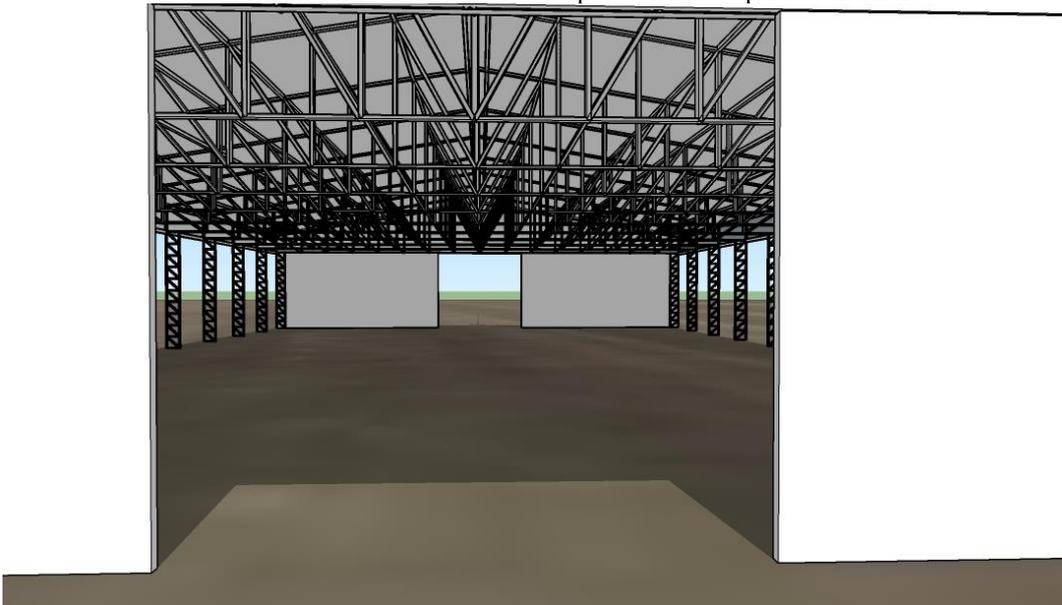
Sombreamento em barracão as 9h da manhã



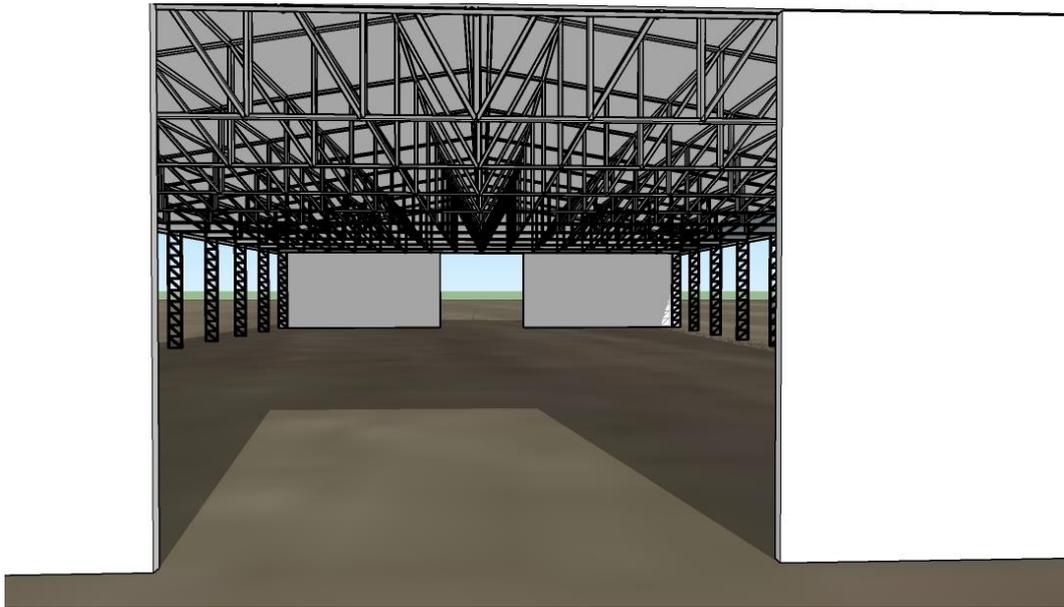
Sombreamento em barracão as 12h



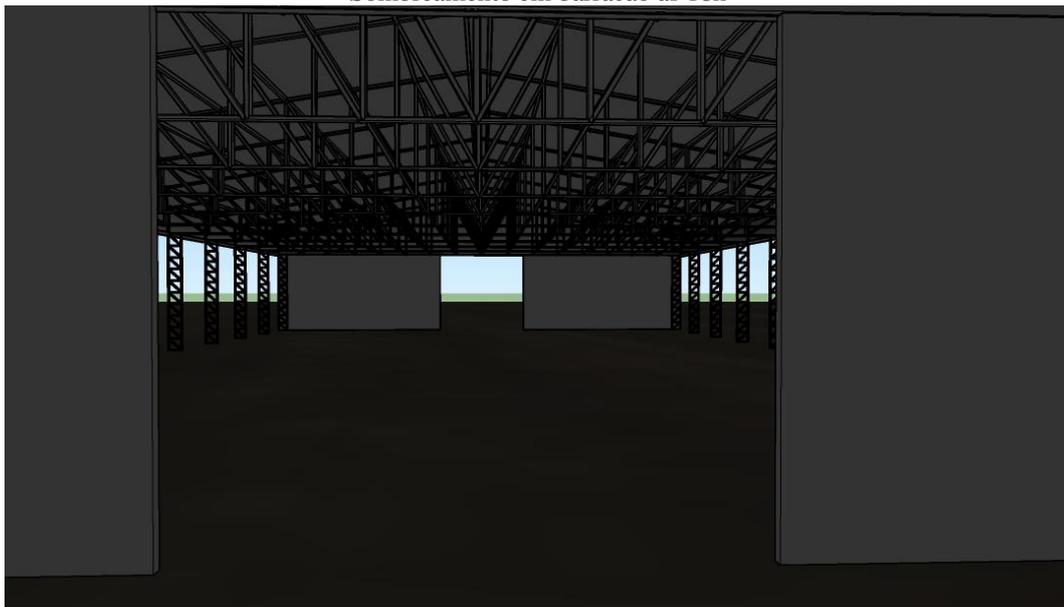
Sombreamento em barracão as 14h na porta extrema oposta à anterior



Sombreamento em barracão as 16h

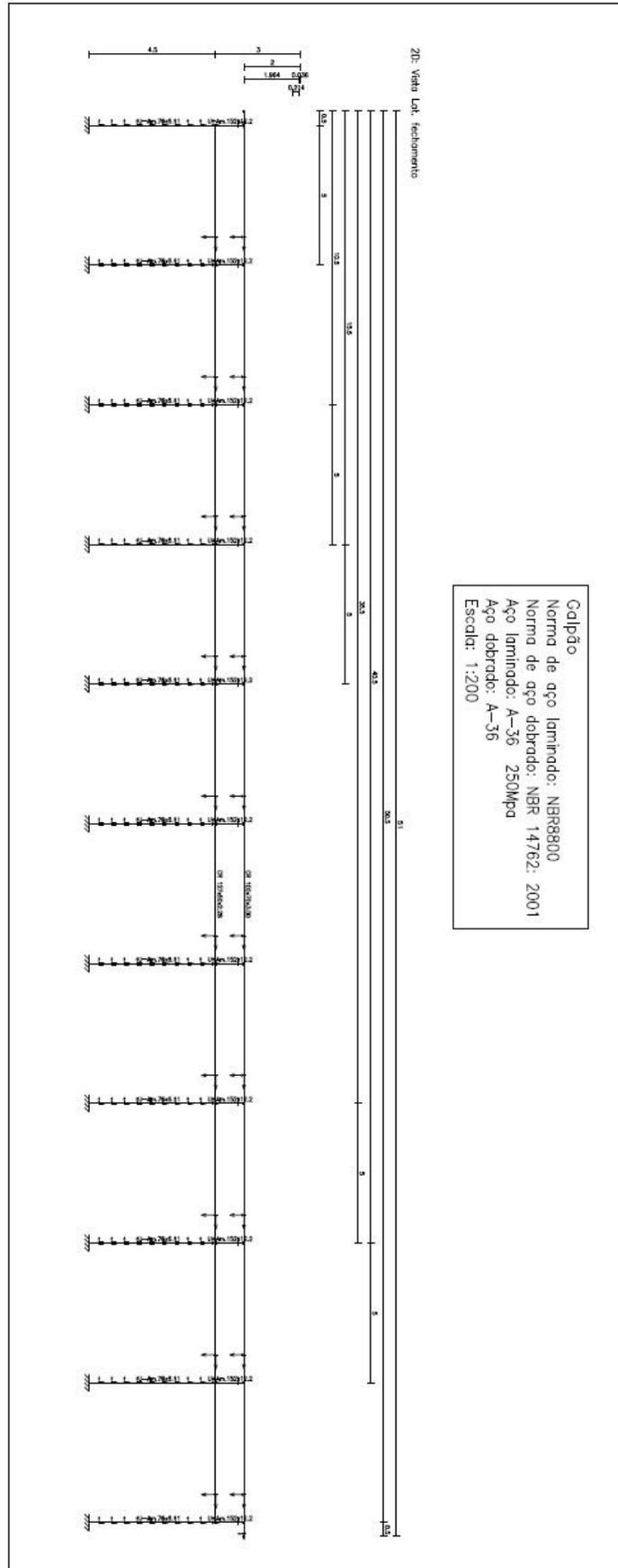


Sombreamento em barracão as 18h



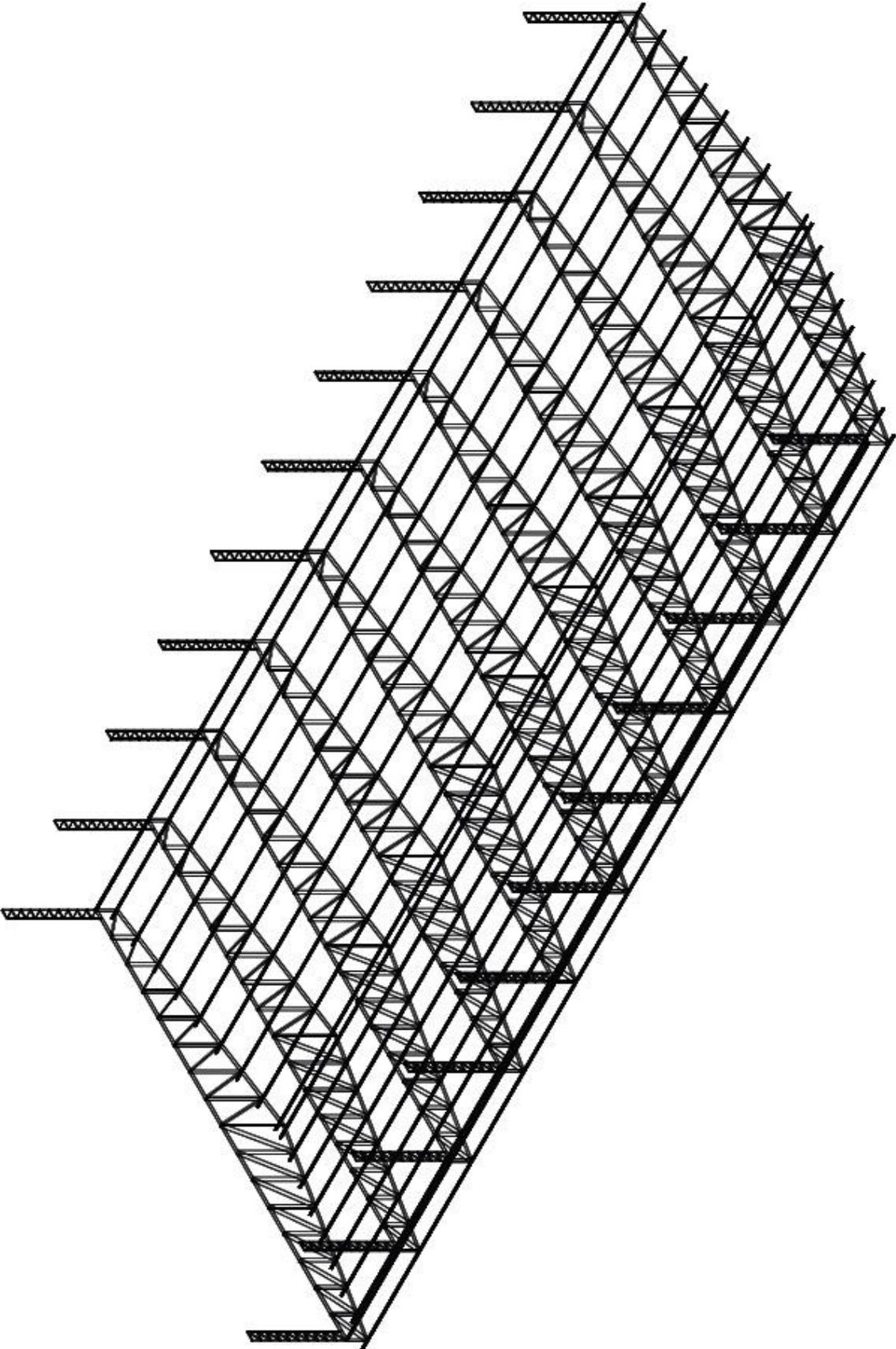


Lateral do galpão de 50m com 11 pórticos

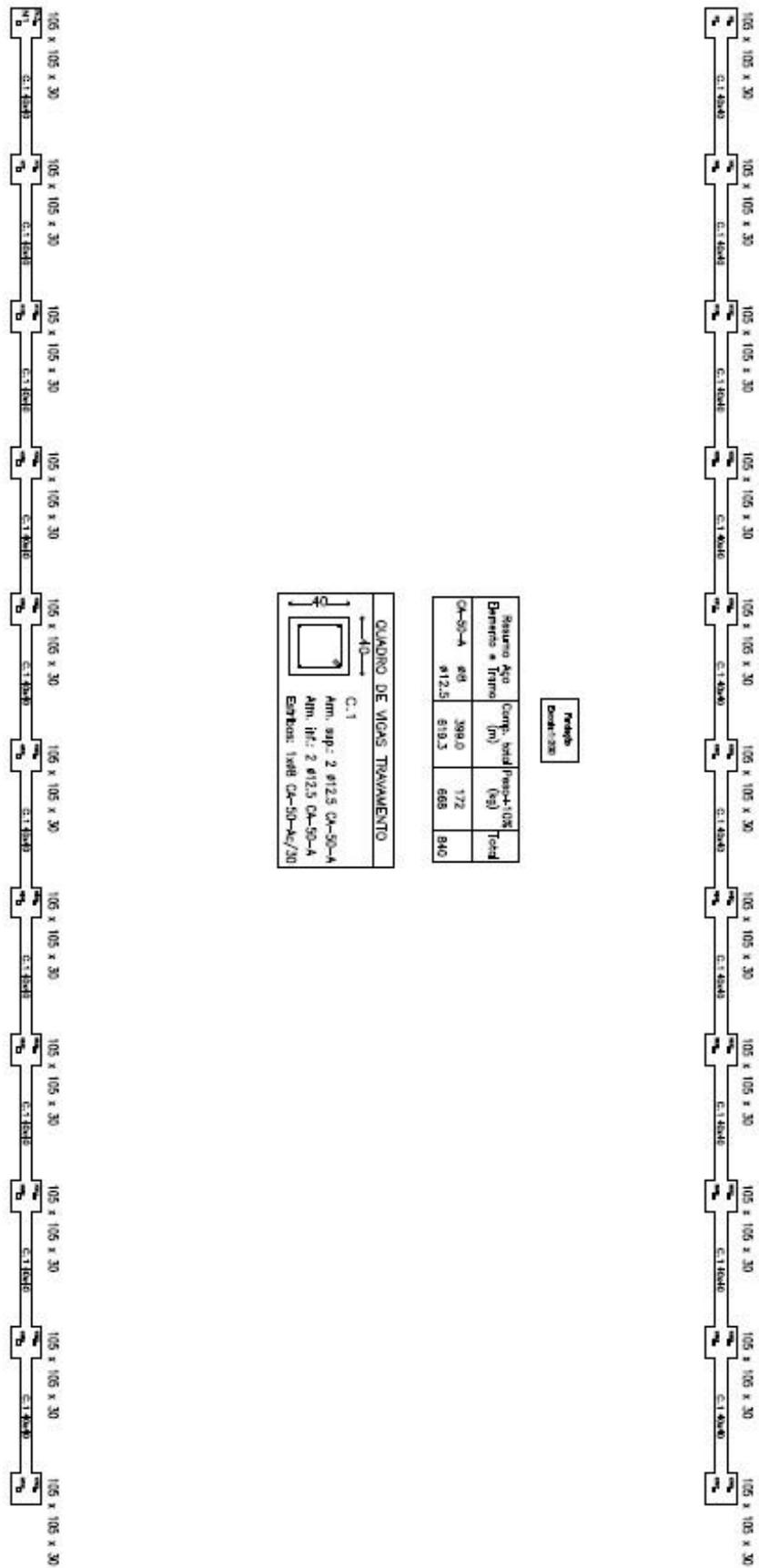




Perspectiva Isométrica do Galpão com 50 m



## Alocação das sapatas e vigas do galpão de 50 m



Dimensões das sapatas

Elemento	Pos.	Diam.	Q.	Doç. (cm)	Retã (cm)	Doç. (cm)	Comp. (cm)	Total (cm)	CA-50-A (kg)	CA-60-B (kg)
(N81 - N83), (N5 - N7), (N157 - N159), (N233 - N235), (N309 - N311), (N385 - N387), (N461 - N463), (N537 - N539), (N613 - N615), (N689 - N691), (N765 - N767), (N1 - N3), (N7 - N79), (N153 - N155), (N229 - N231), (N305 - N307), (N381 - N383), (N457 - N459), (N533 - N535), (N609 - N611), (N685 - N687) e (N761 - N763)	1	ø12.5	4	16	95	16	95	380	3.7	
(N81 - N83)	2	ø12.5	4	16	94	16	126	504	4.9	
(N1 - N3)=(N77 - N79)										
(N153 - N155)										
(N229 - N231)										
(N305 - N307)										
(N381 - N383)										
(N457 - N459)										
(N533 - N535)										
(N609 - N611)										
(N685 - N687)										
(N761 - N763)										
Total+10%:									9.5	
ø12.5:									209.0	0.0
Total:									209.0	0.0

4N1 ø12.5c/30 C=95

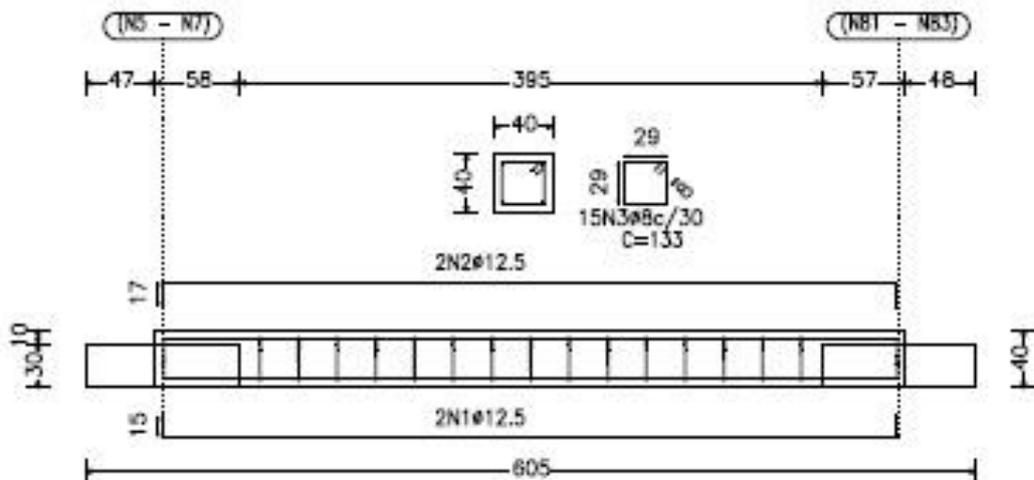
4N2 ø12.5c/30 C=126

Sapatas  
Escala: 1:50

Dimensões das vigas

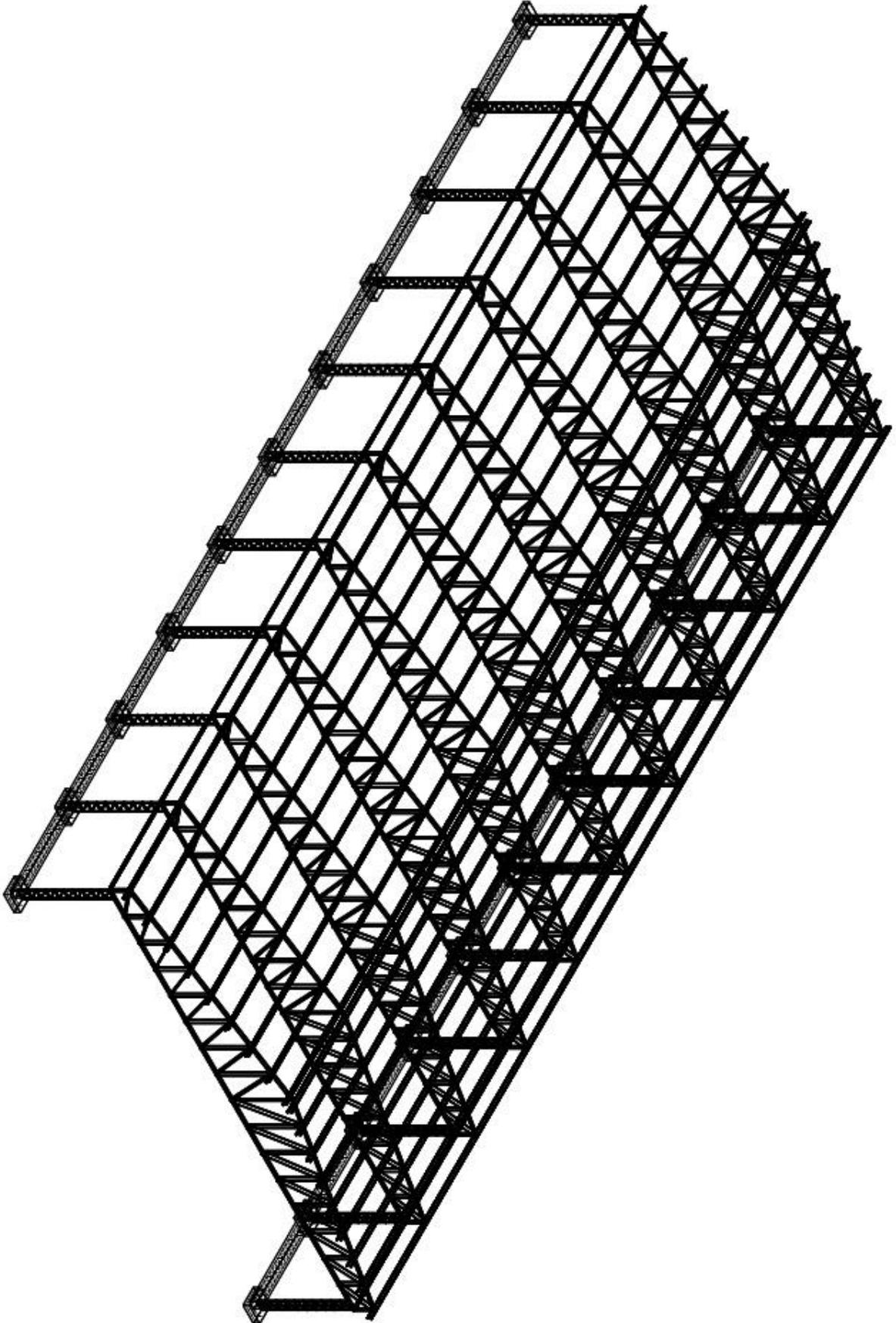
Elemento	Pos.	Diam.	Q.	Dob. (cm)	Retã (cm)	Dob. (cm)	Comp. (cm)	Total (cm)	CA-50-A (kg)	CA-60-B (kg)	
C [(N5 - N7)-(N81 - N83)]	1	ø12.5	2	15	499	15	529	1058	10.4		
C [(N81 - N83)-(N157 - N159)]	2	ø12.5	2	17	499	17	533	1066	10.5		
C [(N157 - N159)-(N233 - N235)]	3	ø8	15		133		133	1995	7.8		
C [(N233 - N235)-(N309 - N311)]											
C [(N309 - N311)-(N385 - N387)]											
C [(N385 - N387)-(N461 - N463)]											
C [(N461 - N463)-(N537 - N539)]											
C [(N537 - N539)-(N613 - N615)]											
C [(N613 - N615)-(N689 - N691)]											
C [(N689 - N691)-(N765 - N767)]											
C [(N1 - N3)-(N77 - N79)]											
C [(N77 - N79)-(N153 - N155)]											
C [(N153 - N155)-(N229 - N231)]											
C [(N229 - N231)-(N305 - N307)]											
C [(N305 - N307)-(N381 - N383)]											
C [(N381 - N383)-(N457 - N459)]											
C [(N457 - N459)-(N533 - N535)]											
C [(N533 - N535)-(N609 - N611)]											
C [(N609 - N611)-(N685 - N687)]											
C [(N685 - N687)-(N761 - N763)]											
Total+10% (x20):									31.6		
									632.0		
									øB:	172.0	0.0
									ø12.5:	460.0	0.0
									Total:	632.0	0.0

C [(N5 - N7)-(N81 - N83)], C [(N81 - N83)-(N157 - N159)],  
 C [(N157 - N159)-(N233 - N235)], C [(N233 - N235)-(N309 - N311)],  
 C [(N309 - N311)-(N385 - N387)], C [(N385 - N387)-(N461 - N463)],  
 C [(N461 - N463)-(N537 - N539)], C [(N537 - N539)-(N613 - N615)],  
 C [(N613 - N615)-(N689 - N691)], C [(N689 - N691)-(N765 - N767)],  
 C [(N1 - N3)-(N77 - N79)], C [(N77 - N79)-(N153 - N155)],  
 C [(N153 - N155)-(N229 - N231)], C [(N229 - N231)-(N305 - N307)],  
 C [(N305 - N307)-(N381 - N383)], C [(N381 - N383)-(N457 - N459)],  
 C [(N457 - N459)-(N533 - N535)], C [(N533 - N535)-(N609 - N611)],  
 C [(N609 - N611)-(N685 - N687)] e C [(N685 - N687)-(N761 - N763)]



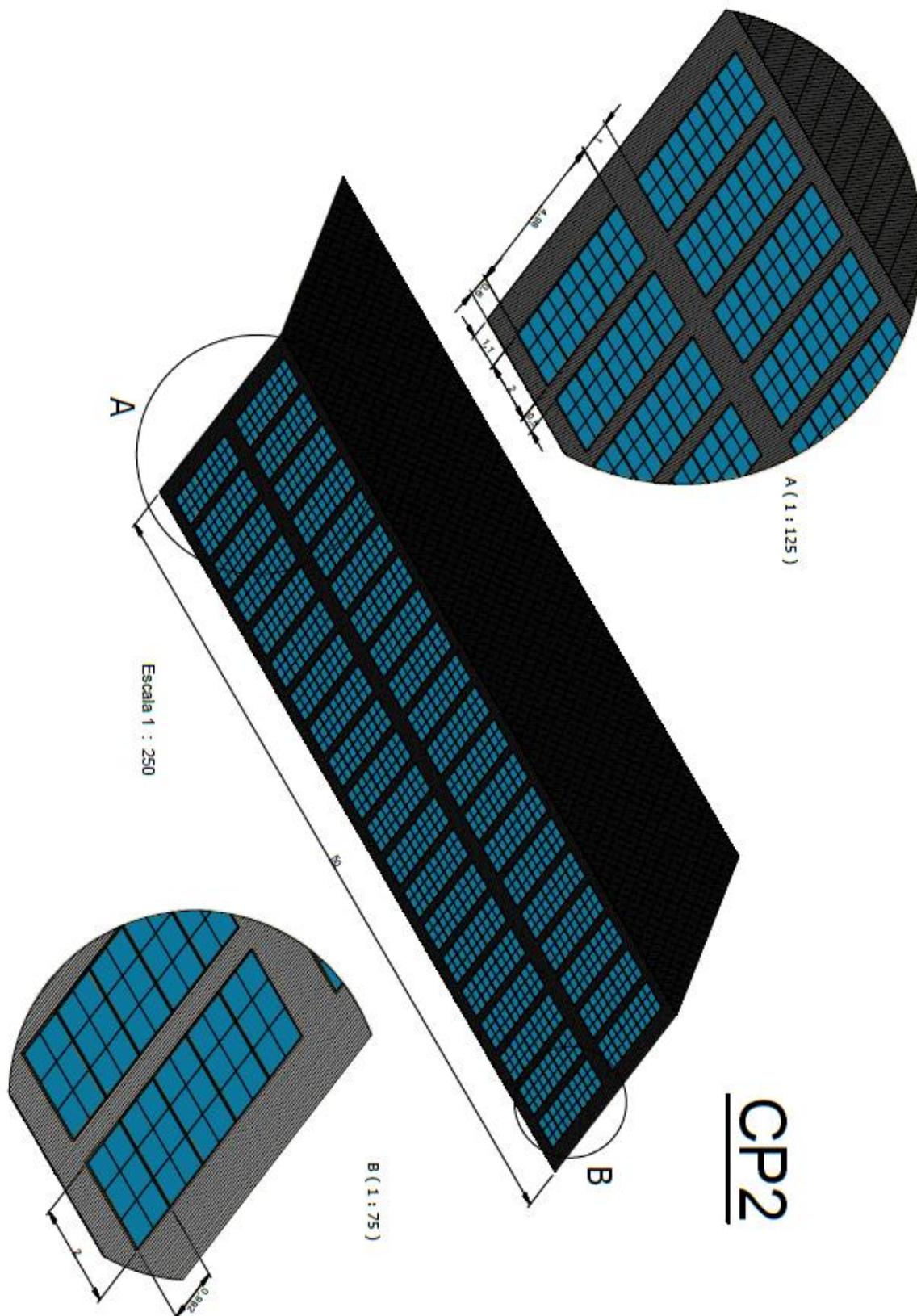
Vigas  
Escala: 1:50

Perspectiva isométrica do galpão de 50 m com a fundação



## APÊNDICE D – DETALHES DOS TRATAMENTOS CP

Disposição das placas fotovoltaicas na água norte do telhado



## APÊNDICE E – TABELAS DE CÁLCULO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

### Despesas durante o confinamento em CA2

Item	Quant.	Unidade	Valor unit.	Valor total
Setor administrativo	0	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 0,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Óleo Diesel	90	Litro	R\$ 4,00	R\$ 360,00
Alimentação	200	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 48.606,00
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 50.477,42</b>

### Receita por período de confinamento em CA2

Peso médio [kg]	Rendimento [%]	@	R\$ / @	Unitário [R\$]	Rebanho [Un]	Total [R\$]
135,00	0,53	4,77	199,50	951,62	200,00	190.323,00

### Despesas durante o período de entressafra em CA2

Item	Quant.	Unidade	Valor unit.	Valor total
Setor administrativo	0	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 0,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Óleo Diesel	0	Litro	R\$ 4,00	R\$ 0,00
Alimentação	0	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 0,00
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 1.511,42</b>

### Calculo de depreciação das instalações de confinamento de CA2

Valor do bem [R\$]	R\$ 45.468,00
Valor residual [%]	20%
Valor residual [R\$]	R\$ 9.093,60
Valor depreciável [R\$]	R\$ 36.374,40
Vida útil [anos]	25
Depreciação anual [%]	4,00%
Depreciação anual [R\$]	R\$ 1.454,98

## Fluxo de caixa anual em CA2

<b>Período</b>	<b>Despesa</b>	<b>Receita</b>
Depreciação	-R\$ 1.454,98	
Janeiro	-R\$ 1.511,42	
Fevereiro	-R\$ 1.511,42	
Março	-R\$ 1.511,42	
Abril	-R\$ 1.511,42	
Mai	-R\$ 34.155,42	
Junho	-R\$ 50.477,42	
Julho	-R\$ 50.477,42	
Agosto	-R\$ 50.477,42	R\$ 190.323,00
Setembro	-R\$ 50.477,42	
Outubro	-R\$ 50.477,42	
Novembro	-R\$ 50.477,42	R\$ 190.323,00
Dezembro	-R\$ 1.511,42	
<b>Total do ano</b>		<b>R\$ 34.614,04</b>

## Movimentação financeira em CA2

<b>Período [Anos]</b>	<b>Caixa Anual</b>	<b>Caixa Acumulado</b>	<b>Valor Presente (VP)</b>	<b>VP Acumulado</b>
0	-R\$ 45.468,00	-R\$ 45.468,00	-R\$ 45.468,00	-R\$ 45.468,00
1	R\$ 34.614,04	-R\$ 10.853,96	R\$ 31.467,31	-R\$ 14.000,69
2	R\$ 34.614,04	R\$ 23.760,09	R\$ 28.606,65	R\$ 14.605,96
3	R\$ 34.614,04	R\$ 58.374,13	R\$ 26.006,04	R\$ 40.612,00
4	R\$ 34.614,04	R\$ 92.988,18	R\$ 23.641,86	R\$ 64.253,86
5	R\$ 34.614,04	R\$ 127.602,22	R\$ 21.492,60	R\$ 85.746,46
6	R\$ 34.614,04	R\$ 162.216,26	R\$ 19.538,73	R\$ 105.285,19
7	R\$ 34.614,04	R\$ 196.830,31	R\$ 17.762,48	R\$ 123.047,66
8	R\$ 34.614,04	R\$ 231.444,35	R\$ 16.147,71	R\$ 139.195,37
9	R\$ 34.614,04	R\$ 266.058,40	R\$ 14.679,73	R\$ 153.875,10
10	R\$ 34.614,04	R\$ 300.672,44	R\$ 13.345,21	R\$ 167.220,32
11	R\$ 34.614,04	R\$ 335.286,48	R\$ 12.132,01	R\$ 179.352,33
12	R\$ 34.614,04	R\$ 369.900,53	R\$ 11.029,10	R\$ 190.381,43
13	R\$ 34.614,04	R\$ 404.514,57	R\$ 10.026,46	R\$ 200.407,88
14	R\$ 34.614,04	R\$ 439.128,62	R\$ 9.114,96	R\$ 209.522,84
15	R\$ 34.614,04	R\$ 473.742,66	R\$ 8.286,33	R\$ 217.809,17
16	R\$ 34.614,04	R\$ 508.356,70	R\$ 7.533,02	R\$ 225.342,20
17	R\$ 34.614,04	R\$ 542.970,75	R\$ 6.848,20	R\$ 232.190,40
18	R\$ 34.614,04	R\$ 577.584,79	R\$ 6.225,64	R\$ 238.416,04
19	R\$ 34.614,04	R\$ 612.198,84	R\$ 5.659,67	R\$ 244.075,71
20	R\$ 34.614,04	R\$ 646.812,88	R\$ 5.145,16	R\$ 249.220,87

Resultados de índices financeiros para CA2

<b>Índice Financeiro</b>	<b>Período de 10 anos</b>	<b>Período de 20 anos</b>
INVESTIMENTO	R\$ 45.468,00	R\$ 45.468,00
TMA	10%	10%
SOMA VPs	R\$ 212.688,32	R\$ 294.688,87
VPL	R\$ 167.220,32	R\$ 249.220,87
TIR	75,86%	76,13%
ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE	4,68	6,48
PAYBACK SIMPLES	1,31	1,31
PAYBACK DESCONTADO	1,49	1,49

Despesas durante o confinamento em CA6

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	3	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 3.600,00
Óleo Diesel	280	Litro	R\$ 4,00	R\$ 1.120,00
Alimentação	600	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 145.818,00
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 152.049,42</b>

Receita por período de confinamento em CA6

<b>Peso médio [kg]</b>	<b>Rendimento [%]</b>	<b>@</b>	<b>R\$ / @</b>	<b>Unitário [R\$]</b>	<b>Rebanho [Un]</b>	<b>Total [R\$]</b>
135,00	0,53	4,77	199,50	951,62	600,00	570.969,00

Despesas durante o período de entressafra em CA6

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	3	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 3.600,00
Óleo Diesel	0	Litro	R\$ 4,00	R\$ 0,00
Alimentação	0	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 0,00
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 5.111,42</b>

Calculo de depreciação das instalações de confinamento de CA6

Valor do bem [R\$]	R\$ 112.134,00
Valor residual [%]	20%
Valor residual [R\$]	R\$ 22.426,80
Valor depreciável [R\$]	R\$ 89.707,20
Vida útil [anos]	25
Depreciação anual [%]	4,00%
Depreciação anual [R\$]	R\$ 3.588,29

## Fluxo de caixa anual em CA6

<b>Período</b>	<b>Despesa</b>	<b>Receita</b>
Depreciação	-R\$ 3.588,29	
Janeiro	-R\$ 5.111,42	
Fevereiro	-R\$ 5.111,42	
Março	-R\$ 5.111,42	
Abril	-R\$ 5.111,42	
Maio	-R\$ 103.070,08	
Junho	-R\$ 152.049,42	
Julho	-R\$ 152.049,42	
Agosto	-R\$ 152.049,42	R\$ 570.969,00
Setembro	-R\$ 152.049,42	
Outubro	-R\$ 152.049,42	
Novembro	-R\$ 152.049,42	R\$ 570.969,00
Dezembro	-R\$ 5.111,42	
<b>Total do ano</b>		<b>R\$ 97.426,07</b>

## Movimentação financeira em CA6

<b>Período [Anos]</b>	<b>Caixa Anual</b>	<b>Caixa Acumulado</b>	<b>Valor Presente (VP)</b>	<b>VP Acumulado</b>
0	-R\$ 112.134,00	-R\$ 112.134,00	-R\$ 112.134,00	-R\$ 112.134,00
1	R\$ 97.426,07	-R\$ 14.707,93	R\$ 88.569,15	-R\$ 23.564,85
2	R\$ 97.426,07	R\$ 82.718,13	R\$ 80.517,41	R\$ 56.952,56
3	R\$ 97.426,07	R\$ 180.144,20	R\$ 73.197,64	R\$ 130.150,20
4	R\$ 97.426,07	R\$ 277.570,26	R\$ 66.543,31	R\$ 196.693,52
5	R\$ 97.426,07	R\$ 374.996,33	R\$ 60.493,92	R\$ 257.187,44
6	R\$ 97.426,07	R\$ 472.422,39	R\$ 54.994,47	R\$ 312.181,91
7	R\$ 97.426,07	R\$ 569.848,46	R\$ 49.994,98	R\$ 362.176,89
8	R\$ 97.426,07	R\$ 667.274,52	R\$ 45.449,98	R\$ 407.626,87
9	R\$ 97.426,07	R\$ 764.700,59	R\$ 41.318,16	R\$ 448.945,03
10	R\$ 97.426,07	R\$ 862.126,65	R\$ 37.561,97	R\$ 486.507,00
11	R\$ 97.426,07	R\$ 959.552,72	R\$ 34.147,24	R\$ 520.654,24
12	R\$ 97.426,07	R\$ 1.056.978,78	R\$ 31.042,95	R\$ 551.697,18
13	R\$ 97.426,07	R\$ 1.154.404,85	R\$ 28.220,86	R\$ 579.918,05
14	R\$ 97.426,07	R\$ 1.251.830,91	R\$ 25.655,33	R\$ 605.573,37
15	R\$ 97.426,07	R\$ 1.349.256,98	R\$ 23.323,03	R\$ 628.896,40
16	R\$ 97.426,07	R\$ 1.446.683,05	R\$ 21.202,75	R\$ 650.099,15
17	R\$ 97.426,07	R\$ 1.544.109,11	R\$ 19.275,23	R\$ 669.374,38
18	R\$ 97.426,07	R\$ 1.641.535,18	R\$ 17.522,93	R\$ 686.897,31
19	R\$ 97.426,07	R\$ 1.738.961,24	R\$ 15.929,94	R\$ 702.827,25
20	R\$ 97.426,07	R\$ 1.836.387,31	R\$ 14.481,76	R\$ 717.309,02

Resultados de índices financeiros para CA6

<b>Índice Financeiro</b>	<b>Período de 10 anos</b>	<b>Período de 20 anos</b>
INVESTIMENTO	R\$ 112.134,00	R\$ 112.134,00
TMA	10%	10%
SOMA VPs	R\$ 598.641,00	R\$ 829.443,02
VPL	R\$ 486.507,00	R\$ 717.309,02
TIR	86,71%	86,88%
ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE	5,34	7,40
PAYBACK SIMPLES	1,15	1,15
PAYBACK DESCONTADO	1,29	1,29

Despesas durante o confinamento em CA10

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	2	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 2.400,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	5	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 6.000,00
Óleo Diesel	500	Litro	R\$ 4,00	R\$ 2.000,00
Alimentação	1000	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 243.030,00
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 253.741,42</b>

Receita por período de confinamento em CA10

<b>Peso médio [kg]</b>	<b>Rendimento [%]</b>	<b>@</b>	<b>R\$ / @</b>	<b>Unitário [R\$]</b>	<b>Rebanho [Un]</b>	<b>Total [R\$]</b>
135,00	0,53	4,77	199,50	951,62	1.000,00	951.615,00

Despesas durante o período de entressafra em CA10

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	2	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 2.400,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	5	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 6.000,00
Óleo Diesel	0	Litro	R\$ 4,00	R\$ 0,00
Alimentação	0	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 0,00
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 8.711,42</b>

Calculo de depreciação das instalações de confinamento de CA10

Valor do bem [R\$]	R\$ 177.155,00
Valor residual [%]	20%
Valor residual [R\$]	R\$ 35.431,00
Valor depreciável [R\$]	R\$ 141.724,00
Vida útil [anos]	25
Depreciação anual [%]	4,00%
Depreciação anual [R\$]	R\$ 5.668,96

## Fluxo de caixa anual em CA10

<b>Período</b>	<b>Despesa</b>	<b>Receita</b>
Depreciação	-R\$ 5.668,96	
Janeiro	-R\$ 8.711,42	
Fevereiro	-R\$ 8.711,42	
Março	-R\$ 8.711,42	
Abril	-R\$ 8.711,42	
Maio	-R\$ 172.064,75	
Junho	-R\$ 253.741,42	
Julho	-R\$ 253.741,42	
Agosto	-R\$ 253.741,42	R\$ 951.615,00
Setembro	-R\$ 253.741,42	
Outubro	-R\$ 253.741,42	
Novembro	-R\$ 253.741,42	R\$ 951.615,00
Dezembro	-R\$ 8.711,42	
<b>Total do ano</b>		<b>R\$ 159.490,73</b>

## Movimentação financeira em CA10

<b>Período [Anos]</b>	<b>Caixa Anual</b>	<b>Caixa Acumulado</b>	<b>Valor Presente (VP)</b>	<b>VP Acumulado</b>
0	-R\$ 177.155,00	-R\$ 177.155,00	-R\$ 177.155,00	-R\$ 177.155,00
1	R\$ 159.490,73	-R\$ 17.664,27	R\$ 144.991,57	-R\$ 32.163,43
2	R\$ 159.490,73	R\$ 141.826,45	R\$ 131.810,52	R\$ 99.647,09
3	R\$ 159.490,73	R\$ 301.317,18	R\$ 119.827,74	R\$ 219.474,83
4	R\$ 159.490,73	R\$ 460.807,91	R\$ 108.934,31	R\$ 328.409,14
5	R\$ 159.490,73	R\$ 620.298,63	R\$ 99.031,19	R\$ 427.440,34
6	R\$ 159.490,73	R\$ 779.789,36	R\$ 90.028,36	R\$ 517.468,69
7	R\$ 159.490,73	R\$ 939.280,09	R\$ 81.843,96	R\$ 599.312,65
8	R\$ 159.490,73	R\$ 1.098.770,81	R\$ 74.403,60	R\$ 673.716,26
9	R\$ 159.490,73	R\$ 1.258.261,54	R\$ 67.639,64	R\$ 741.355,89
10	R\$ 159.490,73	R\$ 1.417.752,27	R\$ 61.490,58	R\$ 802.846,47
11	R\$ 159.490,73	R\$ 1.577.242,99	R\$ 55.900,53	R\$ 858.747,00
12	R\$ 159.490,73	R\$ 1.736.733,72	R\$ 50.818,66	R\$ 909.565,66
13	R\$ 159.490,73	R\$ 1.896.224,45	R\$ 46.198,78	R\$ 955.764,44
14	R\$ 159.490,73	R\$ 2.055.715,17	R\$ 41.998,89	R\$ 997.763,34
15	R\$ 159.490,73	R\$ 2.215.205,90	R\$ 38.180,81	R\$ 1.035.944,15
16	R\$ 159.490,73	R\$ 2.374.696,63	R\$ 34.709,83	R\$ 1.070.653,98
17	R\$ 159.490,73	R\$ 2.534.187,35	R\$ 31.554,39	R\$ 1.102.208,37
18	R\$ 159.490,73	R\$ 2.693.678,08	R\$ 28.685,81	R\$ 1.130.894,18
19	R\$ 159.490,73	R\$ 2.853.168,81	R\$ 26.078,01	R\$ 1.156.972,18
20	R\$ 159.490,73	R\$ 3.012.659,53	R\$ 23.707,28	R\$ 1.180.679,46

Resultados de índices financeiros para CA10

<b>Índice Financeiro</b>	<b>Período de 10 anos</b>	<b>Período de 20 anos</b>
INVESTIMENTO	R\$ 177.155,00	R\$ 177.155,00
TMA	10%	10%
SOMA VPs	R\$ 980.001,47	R\$ 1.357.834,46
VPL	R\$ 802.846,47	R\$ 1.180.679,46
TIR	89,88%	90,03%
ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE	5,53	7,66
PAYBACK SIMPLES	1,11	1,11
PAYBACK DESCONTADO	1,24	1,24

Despesas durante o confinamento em CT2

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	0	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 0,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Óleo Diesel	90	Litro	R\$ 4,00	R\$ 360,00
Alimentação	200	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 48.606,00
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 50.477,42</b>

Receita por período de confinamento em CT2

<b>Peso médio [kg]</b>	<b>Rendimento [%]</b>	<b>@</b>	<b>R\$ / @</b>	<b>Unitário [R\$]</b>	<b>Rebanho [Un]</b>	<b>Total [R\$]</b>
150,00	0,53	5,30	199,50	1.057,35	200,00	211.470,00

Despesas durante o período de entressafra em CT2

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	0	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 0,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Óleo Diesel	0	Litro	R\$ 4,00	R\$ 0,00
Alimentação	0	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 0,00
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.511,42</b>

Calculo de depreciação das instalações de CT2

	<b>Curral de confinamento</b>	<b>Barracão de sombreamento</b>
Valor do bem [R\$]	R\$ 45.468,00	R\$ 241.684,82
Valor residual [%]	20%	20%
Valor residual [R\$]	R\$ 9.093,60	R\$ 48.336,96
Valor depreciável [R\$]	R\$ 36.374,40	R\$ 193.347,86
Vida útil [anos]	25	60
Depreciação anual [%]	4,00%	1,67%
Depreciação anual [R\$]	R\$ 1.454,98	R\$ 3.222,46

## Fluxo de caixa anual em CT2

<b>Período</b>	<b>Despesa</b>	<b>Receita</b>
Deprec. Curral Confinamento	-R\$ 1.454,98	
Deprec. Barracão	-R\$ 3.222,46	
Janeiro	-R\$ 1.511,42	
Fevereiro	-R\$ 1.511,42	
Março	-R\$ 1.511,42	
Abril	-R\$ 1.511,42	
Maio	-R\$ 34.155,42	
Junho	-R\$ 50.477,42	
Julho	-R\$ 50.477,42	
Agosto	-R\$ 50.477,42	R\$ 211.470,00
Setembro	-R\$ 50.477,42	
Outubro	-R\$ 50.477,42	
Novembro	-R\$ 50.477,42	R\$ 211.470,00
Dezembro	-R\$ 1.511,42	
<b>Total do ano</b>		<b>R\$ 73.685,58</b>

## Movimentação financeira em CT2

<b>Período [Anos]</b>	<b>Caixa Anual</b>	<b>Caixa Acumulado</b>	<b>Valor Presente (VP)</b>	<b>VP Acumulado</b>
0	-R\$ 287.152,82	-R\$ 287.152,82	-R\$ 287.152,82	-R\$ 287.152,82
1	R\$ 73.685,58	-R\$ 213.467,24	R\$ 66.986,89	-R\$ 220.165,93
2	R\$ 73.685,58	-R\$ 139.781,66	R\$ 60.897,17	-R\$ 159.268,76
3	R\$ 73.685,58	-R\$ 66.096,08	R\$ 55.361,07	-R\$ 103.907,69
4	R\$ 73.685,58	R\$ 7.589,50	R\$ 50.328,24	-R\$ 53.579,45
5	R\$ 73.685,58	R\$ 81.275,08	R\$ 45.752,95	-R\$ 7.826,50
6	R\$ 73.685,58	R\$ 154.960,66	R\$ 41.593,59	R\$ 33.767,09
7	R\$ 73.685,58	R\$ 228.646,24	R\$ 37.812,35	R\$ 71.579,44
8	R\$ 73.685,58	R\$ 302.331,82	R\$ 34.374,87	R\$ 105.954,31
9	R\$ 73.685,58	R\$ 376.017,40	R\$ 31.249,88	R\$ 137.204,19
10	R\$ 73.685,58	R\$ 449.702,98	R\$ 28.408,98	R\$ 165.613,17
11	R\$ 73.685,58	R\$ 523.388,56	R\$ 25.826,35	R\$ 191.439,52
12	R\$ 73.685,58	R\$ 597.074,14	R\$ 23.478,50	R\$ 214.918,01
13	R\$ 73.685,58	R\$ 670.759,72	R\$ 21.344,09	R\$ 236.262,10
14	R\$ 73.685,58	R\$ 744.445,30	R\$ 19.403,72	R\$ 255.665,82
15	R\$ 73.685,58	R\$ 818.130,88	R\$ 17.639,74	R\$ 273.305,56
16	R\$ 73.685,58	R\$ 891.816,46	R\$ 16.036,13	R\$ 289.341,69
17	R\$ 73.685,58	R\$ 965.502,04	R\$ 14.578,30	R\$ 303.919,99
18	R\$ 73.685,58	R\$ 1.039.187,62	R\$ 13.253,00	R\$ 317.172,99
19	R\$ 73.685,58	R\$ 1.112.873,19	R\$ 12.048,18	R\$ 329.221,17
20	R\$ 73.685,58	R\$ 1.186.558,77	R\$ 10.952,89	R\$ 340.174,06

## Resultados de índices financeiros para CT2

<b>Índice Financeiro</b>	<b>Período de 10 anos</b>	<b>Período de 20 anos</b>
INVESTIMENTO	R\$ 287.152,82	R\$ 287.152,82
TMA	10%	10%
SOMA VPs	R\$ 452.765,99	R\$ 627.326,88
VPL	R\$ 165.613,17	R\$ 340.174,06
TIR	22,21%	25,38%
ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE	1,58	2,18
PAYBACK SIMPLES	3,90	3,90
PAYBACK DESCONTADO	5,19	5,19

## Despesas durante o confinamento em CT6

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	3	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 3.600,00
Óleo Diesel	280	Litro	R\$ 4,00	R\$ 1.120,00
Manut. Máquinas	1	Mês	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Alimentação	600	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 145.818,00
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 152.049,42</b>

## Receita por período de confinamento em CT6

<b>Peso médio [kg]</b>	<b>Rendimento [%]</b>	<b>@</b>	<b>R\$ / @</b>	<b>Unitário [R\$]</b>	<b>Rebanho [Un]</b>	<b>Total [R\$]</b>
150,00	0,53	5,30	199,50	1.057,35	600,00	634.410,00

## Despesas durante o período de entressafra em CT6

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	3	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 3.600,00
Óleo Diesel	0	Litro	R\$ 4,00	R\$ 0,00
Alimentação	0	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 0,00
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 5.111,42</b>

## Calculo de depreciação das instalações de CT6

	<b>Curral de confinamento</b>	<b>Barracão de sombreamento</b>
Valor do bem [R\$]	R\$ 112.134,00	R\$ 680.178,87
Valor residual [%]	20%	20%
Valor residual [R\$]	R\$ 22.426,80	R\$ 136.035,77
Valor depreciável [R\$]	R\$ 89.707,20	R\$ 544.143,10
Vida útil [anos]	25	60
Depreciação anual [%]	4,00%	1,67%
Depreciação R\$	R\$ 3.588,29	R\$ 9.069,05

## Fluxo de caixa anual em CT6

Período	Despesa	Receita
Deprec. Curral Confinamento	-R\$ 3.588,29	
Deprec. Barracão	-R\$ 9.069,05	
Janeiro	-R\$ 5.111,42	
Fevereiro	-R\$ 5.111,42	
Março	-R\$ 5.111,42	
Abril	-R\$ 5.111,42	
Maio	-R\$ 103.070,08	
Junho	-R\$ 152.049,42	
Julho	-R\$ 152.049,42	
Agosto	-R\$ 152.049,42	R\$ 634.410,00
Setembro	-R\$ 152.049,42	
Outubro	-R\$ 152.049,42	
Novembro	-R\$ 152.049,42	R\$ 634.410,00
Dezembro	-R\$ 5.111,42	
<b>Total do ano</b>		<b>R\$ 215.239,01</b>

## Movimentação financeira em CT6

Período [Anos]	Caixa Anual	Caixa Acumulado	Valor Presente (VP)	VP Acumulado
0	-R\$ 792.312,87	-R\$ 792.312,87	-R\$ 792.312,87	-R\$ 792.312,87
1	R\$ 215.239,01	-R\$ 577.073,86	R\$ 195.671,83	-R\$ 596.641,04
2	R\$ 215.239,01	-R\$ 361.834,84	R\$ 177.883,48	-R\$ 418.757,56
3	R\$ 215.239,01	-R\$ 146.595,83	R\$ 161.712,26	-R\$ 257.045,30
4	R\$ 215.239,01	R\$ 68.643,18	R\$ 147.011,14	-R\$ 110.034,16
5	R\$ 215.239,01	R\$ 283.882,20	R\$ 133.646,49	R\$ 23.612,34
6	R\$ 215.239,01	R\$ 499.121,21	R\$ 121.496,81	R\$ 145.109,15
7	R\$ 215.239,01	R\$ 714.360,23	R\$ 110.451,65	R\$ 255.560,79
8	R\$ 215.239,01	R\$ 929.599,24	R\$ 100.410,59	R\$ 355.971,38
9	R\$ 215.239,01	R\$ 1.144.838,25	R\$ 91.282,35	R\$ 447.253,74
10	R\$ 215.239,01	R\$ 1.360.077,27	R\$ 82.983,96	R\$ 530.237,69
11	R\$ 215.239,01	R\$ 1.575.316,28	R\$ 75.439,96	R\$ 605.677,65
12	R\$ 215.239,01	R\$ 1.790.555,29	R\$ 68.581,78	R\$ 674.259,44
13	R\$ 215.239,01	R\$ 2.005.794,31	R\$ 62.347,08	R\$ 736.606,51
14	R\$ 215.239,01	R\$ 2.221.033,32	R\$ 56.679,16	R\$ 793.285,67
15	R\$ 215.239,01	R\$ 2.436.272,34	R\$ 51.526,51	R\$ 844.812,18
16	R\$ 215.239,01	R\$ 2.651.511,35	R\$ 46.842,28	R\$ 891.654,46
17	R\$ 215.239,01	R\$ 2.866.750,36	R\$ 42.583,89	R\$ 934.238,35
18	R\$ 215.239,01	R\$ 3.081.989,38	R\$ 38.712,63	R\$ 972.950,98
19	R\$ 215.239,01	R\$ 3.297.228,39	R\$ 35.193,30	R\$ 1.008.144,28
20	R\$ 215.239,01	R\$ 3.512.467,40	R\$ 31.993,91	R\$ 1.040.138,19

Resultados de índices financeiros em CT6

<b>Índice Financeiro</b>	<b>Período de 10 anos</b>	<b>Período de 20 anos</b>
INVESTIMENTO	R\$ 792.312,87	R\$ 792.312,87
TMA	10%	10%
SOMA VPs	R\$ 1.322.550,56	R\$ 1.832.451,06
VPL	R\$ 530.237,69	R\$ 1.040.138,19
TIR	24,01%	26,94%
ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE	1,67	2,31
PAYBACK SIMPLES	3,68	3,68
PAYBACK DESCONTADO	4,82	4,82

Despesas durante o confinamento em CT10

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	2	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 2.400,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	5	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 6.000,00
Óleo Diesel	500	Litro	R\$ 4,00	R\$ 2.000,00
Alimentação	1000	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 243.030,00
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 253.741,42</b>

Receita por período de confinamento em CT10

<b>Peso médio [kg]</b>	<b>Rendimento [%]</b>	<b>@</b>	<b>R\$ / @</b>	<b>Unitário [R\$]</b>	<b>Rebanho [Un]</b>	<b>Total [R\$]</b>
150,00	0,53	5,30	199,50	1.057,35	1.000,00	1.057.350,00

Despesas durante o período de entressafra em CT10

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	2	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 2.400,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	5	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 6.000,00
Óleo Diesel	0	Litro	R\$ 4,00	R\$ 0,00
Alimentação	0	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 0,00
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 8.711,42</b>

Calculo de depreciação das instalações de CT10

	<b>Curral de confinamento</b>	<b>Barracão de sombreamento</b>
Valor do bem [R\$]	R\$ 177.155,00	R\$ 1.118.672,93
Valor residual [%]	20%	20%
Valor residual [R\$]	R\$ 35.431,00	R\$ 223.734,59
Valor depreciável [R\$]	R\$ 141.724,00	R\$ 894.938,34
Vida útil [anos]	25	60
Depreciação anual [%]	4,00%	1,67%
Depreciação R\$	R\$ 5.668,96	R\$ 14.915,64

## Fluxo de caixa anual em CT10

Período	Despesa	Receita
Deprec. Curral Confinamento	-R\$ 5.668,96	
Deprec. Barracão	-R\$ 14.915,64	
Janeiro	-R\$ 8.711,42	
Fevereiro	-R\$ 8.711,42	
Março	-R\$ 8.711,42	
Abril	-R\$ 8.711,42	
Maio	-R\$ 172.064,75	
Junho	-R\$ 253.741,42	
Julho	-R\$ 253.741,42	
Agosto	-R\$ 253.741,42	R\$ 1.057.350,00
Setembro	-R\$ 253.741,42	
Outubro	-R\$ 253.741,42	
Novembro	-R\$ 253.741,42	R\$ 1.057.350,00
Dezembro	-R\$ 8.711,42	
<b>Total do ano</b>		<b>R\$ 356.045,09</b>

## Movimentação financeira em CT10

Período [Anos]	Caixa Anual	Caixa Acumulado	Valor Presente (VP)	VP Acumulado
0	-R\$ 1.295.827,93	-R\$ 1.295.827,93	-R\$ 1.295.827,93	-R\$ 1.295.827,93
1	R\$ 356.045,09	-R\$ 939.782,84	R\$ 323.677,35	-R\$ 972.150,58
2	R\$ 356.045,09	-R\$ 583.737,75	R\$ 294.252,14	-R\$ 677.898,44
3	R\$ 356.045,09	-R\$ 227.692,67	R\$ 267.501,94	-R\$ 410.396,50
4	R\$ 356.045,09	R\$ 128.352,42	R\$ 243.183,59	-R\$ 167.212,91
5	R\$ 356.045,09	R\$ 484.397,51	R\$ 221.075,99	R\$ 53.863,08
6	R\$ 356.045,09	R\$ 840.442,60	R\$ 200.978,17	R\$ 254.841,25
7	R\$ 356.045,09	R\$ 1.196.487,68	R\$ 182.707,43	R\$ 437.548,67
8	R\$ 356.045,09	R\$ 1.552.532,77	R\$ 166.097,66	R\$ 603.646,34
9	R\$ 356.045,09	R\$ 1.908.577,86	R\$ 150.997,87	R\$ 754.644,21
10	R\$ 356.045,09	R\$ 2.264.622,95	R\$ 137.270,79	R\$ 891.915,00
11	R\$ 356.045,09	R\$ 2.620.668,03	R\$ 124.791,63	R\$ 1.016.706,63
12	R\$ 356.045,09	R\$ 2.976.713,12	R\$ 113.446,94	R\$ 1.130.153,57
13	R\$ 356.045,09	R\$ 3.332.758,21	R\$ 103.133,58	R\$ 1.233.287,15
14	R\$ 356.045,09	R\$ 3.688.803,30	R\$ 93.757,80	R\$ 1.327.044,95
15	R\$ 356.045,09	R\$ 4.044.848,38	R\$ 85.234,36	R\$ 1.412.279,31
16	R\$ 356.045,09	R\$ 4.400.893,47	R\$ 77.485,78	R\$ 1.489.765,10
17	R\$ 356.045,09	R\$ 4.756.938,56	R\$ 70.441,62	R\$ 1.560.206,72
18	R\$ 356.045,09	R\$ 5.112.983,65	R\$ 64.037,84	R\$ 1.624.244,56
19	R\$ 356.045,09	R\$ 5.469.028,73	R\$ 58.216,22	R\$ 1.682.460,78
20	R\$ 356.045,09	R\$ 5.825.073,82	R\$ 52.923,83	R\$ 1.735.384,61

Resultados de índices financeiros em CT10

<b>Índice Financeiro</b>	<b>Período de 10 anos</b>	<b>Período de 20 anos</b>
INVESTIMENTO	R\$ 1.295.827,93	R\$ 1.295.827,93
TMA	10%	10%
SOMA VPs	R\$ 2.187.742,93	R\$ 3.031.212,54
VPL	R\$ 891.915,00	R\$ 1.735.384,61
TIR	24,37%	27,25%
ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE	1,69	2,34
PAYBACK SIMPLES	3,64	3,64
PAYBACK DESCONTADO	4,76	4,76

Despesas durante o confinamento em CP2

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	0	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 0,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Óleo Diesel	90	Litro	R\$ 4,00	R\$ 360,00
Alimentação	200	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 48.606,00
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 50.477,42</b>

Despesas durante o período de entressafra em CP2

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	0	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 0,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Óleo Diesel	0	Litro	R\$ 4,00	R\$ 0,00
Alimentação	0	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 0,00
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.511,42</b>

Receita por período de confinamento em CP2

<b>Peso médio [kg]</b>	<b>Rendimento [%]</b>	<b>@</b>	<b>R\$ / @</b>	<b>Unitário [R\$]</b>	<b>Rebanho [Un]</b>	<b>Total [R\$]</b>
150,00	0,53	5,30	199,50	1.057,35	200,00	211.470,00

## Especificações técnicas do sistema elétrico em CP2

Sistema fotovoltaico		
Placas fotovoltaicas	Potência Nominal [W]	345
	Altura [m]	2,00
	Largura [m]	0,947
	Rendimento [%]	18,22
	Irradiância [kWh/m <sup>2</sup> /dia]	5,07
	Quantidade [Un]	200
Potência	Potência Total [kWp]	69,00
	Potência Nominal do Inversor [kW]	66,00
Energia	Capacidade de geração [kWh/mês]	10.038,60
	Preço [R\$/kWh]	0,62
	Custo Energia [R\$]	6.252,34
Demanda	Demanda Fora de ponta contratada [kW]	0
	Preço [R\$/kW]	0,00
	Custo da demanda [R\$]	0,00
Classe	Grupo	B
	Transformador [kVA]	75
Remuneração	Excedente [R\$]	6.252,34

## Calculo de depreciação das instalações de CP2

	<b>Curral de confinamento</b>	<b>Barracão de sombreamento</b>	<b>Geração fotovoltaica</b>
Valor do bem [R\$]	R\$ 45.468,00	R\$ 251.256,29	R\$ 235.000,00
Valor residual [%]	20%	20%	0%
Val. residual [R\$]	R\$ 9.093,60	R\$ 50.251,26	R\$ 0,00
Val. Deprec. [R\$]	R\$ 36.374,40	R\$ 201.005,03	R\$ 235.000,00
Vida útil [anos]	25	60	20
Deprec. anual [%]	4,00%	1,67%	5,00%
Depreciação R\$	R\$ 1.454,98	R\$ 3.350,08	R\$ 11.750,00

## Fluxo de caixa anual em CP2

Período	Despesa	Receita
Deprec. Curral Confinamento	-R\$ 1.454,98	
Deprec. Barracão	-R\$ 3.350,08	
Deprec. Fotovoltaica	-R\$ 11.750,00	
Janeiro	-R\$ 1.511,42	R\$ 6.252,34
Fevereiro	-R\$ 1.511,42	R\$ 6.252,34
Março	-R\$ 1.511,42	R\$ 6.252,34
Abril	-R\$ 1.511,42	R\$ 6.252,34
Maio	-R\$ 34.155,42	R\$ 6.252,34
Junho	-R\$ 50.477,42	R\$ 6.252,34
Julho	-R\$ 50.477,42	R\$ 6.252,34
Agosto	-R\$ 50.477,42	R\$ 6.252,34
Setembro	-R\$ 50.477,42	R\$ 211.470,00
Outubro	-R\$ 50.477,42	R\$ 6.252,34
Novembro	-R\$ 50.477,42	R\$ 6.252,34
Dezembro	-R\$ 1.511,42	R\$ 211.470,00
<b>Total do ano</b>		<b>R\$ 136.836,05</b>

## Movimentação financeira em CP2

Período [Anos]	Caixa Anual	Caixa Acumulado	Valor Presente (VP)	VP Acumulado
0	-R\$ 531.724,29	-R\$ 531.724,29	-R\$ 531.724,29	-R\$ 531.724,29
1	R\$ 136.836,05	-R\$ 394.888,24	R\$ 124.396,41	-R\$ 407.327,88
2	R\$ 136.836,05	-R\$ 258.052,18	R\$ 113.087,65	-R\$ 294.240,23
3	R\$ 136.836,05	-R\$ 121.216,13	R\$ 102.806,95	-R\$ 191.433,27
4	R\$ 136.836,05	R\$ 15.619,93	R\$ 93.460,87	-R\$ 97.972,41
5	R\$ 136.836,05	R\$ 152.455,98	R\$ 84.964,42	-R\$ 13.007,98
6	R\$ 136.836,05	R\$ 289.292,04	R\$ 77.240,39	R\$ 64.232,40
7	R\$ 136.836,05	R\$ 426.128,09	R\$ 70.218,53	R\$ 134.450,94
8	R\$ 136.836,05	R\$ 562.964,15	R\$ 63.835,03	R\$ 198.285,96
9	R\$ 136.836,05	R\$ 699.800,20	R\$ 58.031,85	R\$ 256.317,81
10	R\$ 136.836,05	R\$ 836.636,26	R\$ 52.756,22	R\$ 309.074,03
11	R\$ 136.836,05	R\$ 973.472,31	R\$ 47.960,20	R\$ 357.034,23
12	R\$ 136.836,05	R\$ 1.110.308,37	R\$ 43.600,18	R\$ 400.634,42
13	R\$ 136.836,05	R\$ 1.247.144,42	R\$ 39.636,53	R\$ 440.270,95
14	R\$ 136.836,05	R\$ 1.383.980,48	R\$ 36.033,21	R\$ 476.304,16
15	R\$ 136.836,05	R\$ 1.520.816,53	R\$ 32.757,46	R\$ 509.061,62
16	R\$ 136.836,05	R\$ 1.657.652,59	R\$ 29.779,51	R\$ 538.841,14
17	R\$ 136.836,05	R\$ 1.794.488,64	R\$ 27.072,28	R\$ 565.913,42
18	R\$ 136.836,05	R\$ 1.931.324,70	R\$ 24.611,17	R\$ 590.524,59
19	R\$ 136.836,05	R\$ 2.068.160,75	R\$ 22.373,79	R\$ 612.898,38
20	R\$ 136.836,05	R\$ 2.204.996,81	R\$ 20.339,81	R\$ 633.238,18

Resultados de índices financeiros em CP2

<b>Índice Financeiro</b>	<b>Período de 10 anos</b>	<b>Período de 20 anos</b>
INVESTIMENTO	R\$ 1.295.827,93	R\$ 1.295.827,93
TMA	10%	10%
SOMA VPs	R\$ 840.798,32	R\$ 1.164.962,47
VPL	R\$ 309.074,03	R\$ 633.238,18
TIR	22,30%	25,46%
ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE	1,58	2,19
PAYBACK SIMPLES	3,89	3,89
PAYBACK DESCONTADO	5,17	5,17

Despesas durante o confinamento em CP6

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	3	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 3.600,00
Óleo Diesel	280	Litro	R\$ 4,00	R\$ 1.120,00
Alimentação	600	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 145.818,00
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 152.049,42</b>

Despesas durante o período de entressafra em CP6

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	1	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	3	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 3.600,00
Óleo Diesel	0	Litro	R\$ 4,00	R\$ 0,00
Alimentação	0	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 0,00
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 5.111,42</b>

Receita por período de confinamento em CP6

	<b>Rendimento [%]</b>	<b>@</b>	<b>R\$ / @</b>	<b>Unitário [R\$]</b>	<b>Rebanho [Un]</b>	<b>Total [R\$]</b>
150,00	0,53	5,30	199,50	1.057,35	600,00	634.410,00

## Especificações técnicas do sistema elétrico em CP6

Sistema fotovoltaico		
Placas fotovoltaicas	Potência Nominal [W]	345
	Altura [m]	2,00
	Largura [m]	0,947
	Rendimento [%]	18,22
	Irradiância [kWh/m <sup>2</sup> /dia]	5,07
	Quantidade [Un]	600
Potência	Potência Total [kWp]	207,00
	Potência Nominal do Inversor [kW]	198,00
Energia	Capacidade de geração [kWh/mês]	30.115,80
	Preço [R\$/kWh]	0,51
	Custo Energia [R\$]	15.367,19
Demanda	Demanda Fora de ponta contratada [kW]	198,00
	Preço [R\$/kW]	24,56
	Custo da demanda [R\$]	4.863,75
Classe	Grupo	A
	Transformador [kVA]	225
Remuneração	Excedente [R\$]	10.503,44

## Calculo de depreciação das instalações de CP6

	<b>Curral de confinamento</b>	<b>Barracão de sombreamento</b>	<b>Geração fotovoltaica</b>
Valor do bem [R\$]	R\$ 112.134,00	R\$ 708.637,66	R\$ 755.000,00
Valor residual [%]	20%	20%	0%
Val. residual [R\$]	R\$ 22.426,80	R\$ 141.727,53	R\$ 0,00
Val. Deprec. [R\$]	R\$ 89.707,20	R\$ 566.910,13	R\$ 755.000,00
Vida útil [anos]	25	60	20
Deprec. anual [%]	4,00%	1,67%	5,00%
Depreciação R\$	R\$ 3.588,29	R\$ 9.448,50	R\$ 37.750,00

## Fluxo de caixa anual em CP6

Período	Despesa	Receita
Deprec. Curral Confinamento	-R\$ 3.588,29	
Deprec. Barracão	-R\$ 9.448,50	
Deprec. Fotovoltaica	-R\$ 37.750,00	
Janeiro	-R\$ 5.111,42	R\$ 10.503,44
Fevereiro	-R\$ 5.111,42	R\$ 10.503,44
Março	-R\$ 5.111,42	R\$ 10.503,44
Abril	-R\$ 5.111,42	R\$ 10.503,44
Maio	-R\$ 103.070,08	R\$ 10.503,44
Junho	-R\$ 152.049,42	R\$ 10.503,44
Julho	-R\$ 152.049,42	R\$ 10.503,44
Agosto	-R\$ 152.049,42	R\$ 10.503,44
Setembro	-R\$ 152.049,42	R\$ 634.410,00
Outubro	-R\$ 152.049,42	R\$ 10.503,44
Novembro	-R\$ 152.049,42	R\$ 10.503,44
Dezembro	-R\$ 5.111,42	R\$ 634.410,00
<b>Total do ano</b>		<b>R\$ 303.150,84</b>

## Movimentação financeira em CP6

Período [Anos]	Caixa Anual	Caixa Acumulado	Valor Presente (VP)	VP Acumulado
0	-R\$ 1.575.771,66	-R\$ 1.575.771,66	-R\$ 1.575.771,66	-R\$ 1.575.771,66
1	R\$ 303.150,84	-R\$ 1.272.620,82	R\$ 275.591,68	-R\$ 1.300.179,98
2	R\$ 303.150,84	-R\$ 969.469,97	R\$ 250.537,89	-R\$ 1.049.642,10
3	R\$ 303.150,84	-R\$ 666.319,13	R\$ 227.761,72	-R\$ 821.880,38
4	R\$ 303.150,84	-R\$ 363.168,28	R\$ 207.056,11	-R\$ 614.824,28
5	R\$ 303.150,84	-R\$ 60.017,44	R\$ 188.232,82	-R\$ 426.591,45
6	R\$ 303.150,84	R\$ 243.133,40	R\$ 171.120,75	-R\$ 255.470,70
7	R\$ 303.150,84	R\$ 546.284,25	R\$ 155.564,32	-R\$ 99.906,39
8	R\$ 303.150,84	R\$ 849.435,09	R\$ 141.422,11	R\$ 41.515,72
9	R\$ 303.150,84	R\$ 1.152.585,93	R\$ 128.565,55	R\$ 170.081,27
10	R\$ 303.150,84	R\$ 1.455.736,78	R\$ 116.877,77	R\$ 286.959,04
11	R\$ 303.150,84	R\$ 1.758.887,62	R\$ 106.252,52	R\$ 393.211,56
12	R\$ 303.150,84	R\$ 2.062.038,47	R\$ 96.593,20	R\$ 489.804,77
13	R\$ 303.150,84	R\$ 2.365.189,31	R\$ 87.812,00	R\$ 577.616,77
14	R\$ 303.150,84	R\$ 2.668.340,15	R\$ 79.829,09	R\$ 657.445,86
15	R\$ 303.150,84	R\$ 2.971.491,00	R\$ 72.571,90	R\$ 730.017,76
16	R\$ 303.150,84	R\$ 3.274.641,84	R\$ 65.974,46	R\$ 795.992,22
17	R\$ 303.150,84	R\$ 3.577.792,68	R\$ 59.976,78	R\$ 855.968,99
18	R\$ 303.150,84	R\$ 3.880.943,53	R\$ 54.524,34	R\$ 910.493,34
19	R\$ 303.150,84	R\$ 4.184.094,37	R\$ 49.567,59	R\$ 960.060,92
20	R\$ 303.150,84	R\$ 4.487.245,22	R\$ 45.061,44	R\$ 1.005.122,36

Resultados de índices financeiros em CP6

<b>Índice Financeiro</b>	<b>Período de 10 anos</b>	<b>Período de 20 anos</b>
INVESTIMENTO	R\$ 1.575.771,66	R\$ 1.575.771,66
TMA	10%	10%
SOMA VPs	R\$ 1.862.730,70	R\$ 2.580.894,02
VPL	R\$ 286.959,04	R\$ 1.005.122,36
TIR	14,09%	18,60%
ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE	1,18	1,64
PAYBACK SIMPLES	5,20	5,20
PAYBACK DESCONTADO	7,71	7,71

Despesas durante o confinamento em CP10

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	2	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 2.400,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	5	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 6.000,00
Óleo Diesel	500	Litro	R\$ 4,00	R\$ 2.000,00
Alimentação	1000	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 243.030,00
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 253.741,42</b>

Despesas durante o período de entressafra em CP10

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unit.</b>	<b>Valor total</b>
Setor administrativo	2	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 2.400,00
Energia elétrica	500	kWh.mês	R\$ 0,62	R\$ 311,42
Vaqueiro	5	Mês	R\$ 1.200,00	R\$ 6.000,00
Óleo Diesel	0	Litro	R\$ 4,00	R\$ 0,00
Alimentação	0	Cabeças	R\$ 8,10	R\$ 0,00
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 8.711,42</b>

Receita por período de confinamento em CP10

<b>Peso médio [kg]</b>	<b>Rendimento [%]</b>	<b>@</b>	<b>R\$ / @</b>	<b>Unitário [R\$]</b>	<b>Rebanho [Un]</b>	<b>Total [R\$]</b>
150,00	0,53	5,30	199,50	1.057,35	1000,00	1.057.350,00

## Especificações técnicas do sistema elétrico em CP10

Sistema fotovoltaico		
Placas fotovoltaicas	Potência Nominal [W]	345
	Altura [m]	2,00
	Largura [m]	0,947
	Rendimento [%]	18,22
	Irradiância [kWh/m <sup>2</sup> /dia]	5,07
	Quantidade [Un]	1000
Potência	Potência Total [kWp]	345,00
	Potência Nominal do Inversor [kW]	330,00
Energia	Capacidade de geração [kWh/mês]	50.193,00
	Preço [R\$/kWh]	0,51
	Custo Energia [R\$]	25.611,98
Demanda	Demanda Fora de ponta contratada [kW]	330,00
	Preço [R\$/kW]	24,56
	Custo da demanda [R\$]	8.106,25
Classe	Grupo	A
	Transformador [kVA]	500
Remuneração	Excedente [R\$]	17.505,73

## Calculo de depreciação das instalações de CP10

	<b>Curral de confinamento</b>	<b>Barracão de sombreamento</b>	<b>Geração fotovoltaica</b>
Valor do bem [R\$]	R\$ 177.155,00	R\$ 1.166.019,03	R\$ 1.225.000,00
Valor residual [%]	20%	20%	0%
Val. residual [R\$]	R\$ 35.431,00	R\$ 233.203,81	R\$ 0,00
Val. Deprec. [R\$]	R\$ 141.724,00	R\$ 932.815,22	R\$ 1.225.000,00
Vida útil [anos]	25	60	20
Deprec. anual [%]	4,00%	1,67%	5,00%
Depreciação R\$	R\$ 5.668,96	R\$ 15.546,92	R\$ 61.250,00

## Fluxo de caixa anual em CP10

Período	Despesa	Receita
Deprec. Curral Confinamento	-R\$ 5.668,96	
Deprec. Barracão	-R\$ 15.546,92	
Deprec. Fotovoltaica	-R\$ 61.250,00	
Janeiro	-R\$ 8.711,42	R\$ 17.505,73
Fevereiro	-R\$ 8.711,42	R\$ 17.505,73
Março	-R\$ 8.711,42	R\$ 17.505,73
Abril	-R\$ 8.711,42	R\$ 17.505,73
Maio	-R\$ 172.064,75	R\$ 17.505,73
Junho	-R\$ 253.741,42	R\$ 17.505,73
Julho	-R\$ 253.741,42	R\$ 17.505,73
Agosto	-R\$ 253.741,42	R\$ 17.505,73
Setembro	-R\$ 253.741,42	R\$ 17.505,73
Outubro	-R\$ 253.741,42	R\$ 17.505,73
Novembro	-R\$ 253.741,42	R\$ 17.505,73
Dezembro	-R\$ 8.711,42	R\$ 17.505,73
<b>Total do ano</b>		<b>R\$ 504.232,61</b>

## Movimentação financeira em CP10

Período [Anos]	Caixa Anual	Caixa Acumulado	Valor Presente (VP)	VP Acumulado
0	-R\$ 2.568.174,03	-R\$ 2.568.174,03	-R\$ 2.568.174,03	-R\$ 2.568.174,03
1	R\$ 504.232,61	-R\$ 2.063.941,42	R\$ 458.393,28	-R\$ 2.109.780,75
2	R\$ 504.232,61	-R\$ 1.559.708,82	R\$ 416.721,16	-R\$ 1.693.059,59
3	R\$ 504.232,61	-R\$ 1.055.476,21	R\$ 378.837,42	-R\$ 1.314.222,17
4	R\$ 504.232,61	-R\$ 551.243,60	R\$ 344.397,66	-R\$ 969.824,51
5	R\$ 504.232,61	-R\$ 47.010,99	R\$ 313.088,78	-R\$ 656.735,73
6	R\$ 504.232,61	R\$ 457.221,61	R\$ 284.626,16	-R\$ 372.109,57
7	R\$ 504.232,61	R\$ 961.454,22	R\$ 258.751,06	-R\$ 113.358,52
8	R\$ 504.232,61	R\$ 1.465.686,83	R\$ 235.228,23	R\$ 121.869,72
9	R\$ 504.232,61	R\$ 1.969.919,43	R\$ 213.843,85	R\$ 335.713,56
10	R\$ 504.232,61	R\$ 2.474.152,04	R\$ 194.403,50	R\$ 530.117,06
11	R\$ 504.232,61	R\$ 2.978.384,65	R\$ 176.730,45	R\$ 706.847,51
12	R\$ 504.232,61	R\$ 3.482.617,26	R\$ 160.664,05	R\$ 867.511,56
13	R\$ 504.232,61	R\$ 3.986.849,86	R\$ 146.058,23	R\$ 1.013.569,79
14	R\$ 504.232,61	R\$ 4.491.082,47	R\$ 132.780,20	R\$ 1.146.349,99
15	R\$ 504.232,61	R\$ 4.995.315,08	R\$ 120.709,28	R\$ 1.267.059,27
16	R\$ 504.232,61	R\$ 5.499.547,68	R\$ 109.735,71	R\$ 1.376.794,98
17	R\$ 504.232,61	R\$ 6.003.780,29	R\$ 99.759,73	R\$ 1.476.554,71
18	R\$ 504.232,61	R\$ 6.508.012,90	R\$ 90.690,67	R\$ 1.567.245,38
19	R\$ 504.232,61	R\$ 7.012.245,51	R\$ 82.446,06	R\$ 1.649.691,44
20	R\$ 504.232,61	R\$ 7.516.478,11	R\$ 74.950,96	R\$ 1.724.642,40

Resultados de índices financeiros em CP10

<b>Índice Financeiro</b>	<b>Período de 10 anos</b>	<b>Período de 20 anos</b>
INVESTIMENTO	R\$ 2.568.174,03	R\$ 2.568.174,03
TMA	10%	10%
SOMA VPs	R\$ 3.098.291,09	R\$ 4.292.816,43
VPL	R\$ 530.117,06	R\$ 1.724.642,40
TIR	14,62%	19,03%
ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE	1,21	1,67
PAYBACK SIMPLES	5,09	5,09
PAYBACK DESCONTADO	7,48	7,48

Especificações técnicas do sistema elétrico em SP2

<b>Sistema fotovoltaico</b>		
	Potência Nominal [W]	345
	Altura [m]	2,00
Placas fotovoltaicas	Largura [m]	0,947
	Rendimento [%]	18,22
	Irradiância [kWh/m <sup>2</sup> /dia]	5,07
	Quantidade [Un]	200
	Potência	Potência Total [kWp]
	Potência Nominal do Inversor [kW]	66,00
Energia	Capacidade de geração [kWh/mês]	10.038,60
	Preço [R\$/kWh]	0,51
	Custo Energia [R\$]	6.252,34
Demanda	Demanda Fora de ponta contratada [kW]	0,00
	Preço [R\$/kW]	0,00
	Custo da demanda [R\$]	0,00
Classe	Grupo	B
	Transformador [kVA]	75
Remuneração	Excedente [R\$]	6.252,34

Calculo de depreciação das instalações de SP2

<b>Geração fotovoltaica</b>	
Valor do bem [R\$]	R\$ 235.000,00
Valor residual [%]	0%
Val. residual [R\$]	R\$ 0,00
Val. Deprec. [R\$]	R\$ 235.000,00
Vida útil [anos]	20
Deprec. anual [%]	5,00%
Depreciação R\$	R\$ 11.750,00

## Fluxo de caixa anual em SP2

<b>Período</b>	<b>Despesa</b>	<b>Receita</b>
Deprec. Fotovoltaica	-R\$ 11.750,00	
Janeiro	-R\$ 0,00	R\$ 6.252,34
Fevereiro	-R\$ 0,00	R\$ 6.252,34
Março	-R\$ 0,00	R\$ 6.252,34
Abril	-R\$ 0,00	R\$ 6.252,34
Mai	-R\$ 0,00	R\$ 6.252,34
Junho	-R\$ 0,00	R\$ 6.252,34
Julho	-R\$ 0,00	R\$ 6.252,34
Agosto	-R\$ 0,00	R\$ 6.252,34
Setembro	-R\$ 0,00	R\$ 6.252,34
Outubro	-R\$ 0,00	R\$ 6.252,34
Novembro	-R\$ 0,00	R\$ 6.252,34
Dezembro	-R\$ 0,00	R\$ 6.252,34
<b>Total do ano</b>		<b>R\$ 63.278,09</b>

## Movimentação financeira em SP2

<b>Período [Anos]</b>	<b>Caixa Anual</b>	<b>Caixa Acumulado</b>	<b>Valor Presente (VP)</b>	<b>VP Acumulado</b>
0	-R\$ 235.000,00	-R\$ 235.000,00	-R\$ 235.000,00	-R\$ 235.000,00
1	R\$ 63.278,09	-R\$ 171.721,91	R\$ 57.525,54	-R\$ 177.474,46
2	R\$ 63.278,09	-R\$ 108.443,81	R\$ 52.295,95	-R\$ 125.178,51
3	R\$ 63.278,09	-R\$ 45.165,72	R\$ 47.541,77	-R\$ 77.636,74
4	R\$ 63.278,09	R\$ 18.112,38	R\$ 43.219,79	-R\$ 34.416,95
5	R\$ 63.278,09	R\$ 81.390,47	R\$ 39.290,72	R\$ 4.873,76
6	R\$ 63.278,09	R\$ 144.668,57	R\$ 35.718,83	R\$ 40.592,60
7	R\$ 63.278,09	R\$ 207.946,66	R\$ 32.471,67	R\$ 73.064,27
8	R\$ 63.278,09	R\$ 271.224,76	R\$ 29.519,70	R\$ 102.583,97
9	R\$ 63.278,09	R\$ 334.502,85	R\$ 26.836,09	R\$ 129.420,06
10	R\$ 63.278,09	R\$ 397.780,95	R\$ 24.396,44	R\$ 153.816,50
11	R\$ 63.278,09	R\$ 461.059,04	R\$ 22.178,59	R\$ 175.995,09
12	R\$ 63.278,09	R\$ 524.337,14	R\$ 20.162,35	R\$ 196.157,44
13	R\$ 63.278,09	R\$ 587.615,23	R\$ 18.329,41	R\$ 214.486,85
14	R\$ 63.278,09	R\$ 650.893,33	R\$ 16.663,10	R\$ 231.149,95
15	R\$ 63.278,09	R\$ 714.171,42	R\$ 15.148,27	R\$ 246.298,22
16	R\$ 63.278,09	R\$ 777.449,52	R\$ 13.771,16	R\$ 260.069,38
17	R\$ 63.278,09	R\$ 840.727,61	R\$ 12.519,23	R\$ 272.588,61
18	R\$ 63.278,09	R\$ 904.005,71	R\$ 11.381,12	R\$ 283.969,73
19	R\$ 63.278,09	R\$ 967.283,80	R\$ 10.346,47	R\$ 294.316,21
20	R\$ 63.278,09	R\$ 1.030.561,90	R\$ 9.405,89	R\$ 303.722,09

## Resultados de índices financeiros em SP2

<b>Índice Financeiro</b>	<b>Período de 10 anos</b>	<b>Período de 20 anos</b>
INVESTIMENTO	R\$ 235.000,00	R\$ 235.000,00
TMA	10%	10%
SOMA VPs	R\$ 388.816,50	R\$ 538.722,09
VPL	R\$ 153.816,50	R\$ 303.722,09
TIR	23,72%	26,69%
ÍNDICE DE LUCRATIVIDADE	1,65	2,29
PAYBACK SIMPLES	3,71	3,71
PAYBACK DESCONTADO	4,88	4,88

## APÊNDICE F – CÓDIGO FONTE DO ARDUÍNO

```
#include <dht.h> // Inclui a biblioteca no seu código
#include <Wire.h> //Biblioteca para manipulação do protocolo I2C
#include <OneWire.h> //Biblioteca que necessária
#include <DallasTemperature.h> //Biblioteca que
#include <DS3231.h> //Biblioteca para manipulação do DS3231
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#define Pin 6 //Conexão digital DHT22
#define ONE_WIRE_BUS 9 //Definição da porta 10 como porta de dados
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS); //Inicia o protocolo One Wire
DallasTemperature sensors(&oneWire);
DeviceAddress sensor1 = { 0x28, 0xFF, 0x51, 0x4C, 0x64, 0x16, 0x03, 0x7D }; //Define
//como sensor1 o sensor desse código DS18B20

int led=8;
int corrente=A1;
int tensao=A2;
int rele1=4;
int rele2=5;
float valtens;
float valcor;
float CORRENTE;
float TENSAO;

const float pi = 3.14159265; // Numero pi
int period = 5000; // Tempo de medida(miliseconds)
int delaytime = 4000; // Time between samples (miliseconds)
int radius = 147; // Raio do anemometro(mm)
unsigned int Sample = 0; // Sample number
unsigned int counter = 0; // magnet counter for sensor
unsigned int RPM = 0; // Revolutions per minute
float speedwind = 0; // Wind speed (m/s)
float windspeed = 0; // Wind speed (km/h)
int pinoSS = 10; // Pin 53 para Mega / Pin 10 para UNO
dht SBT;
DS3231 rtc; //Criação do objeto do tipo DS3231
RTCDateTime datahora; //Criação do objeto do tipo RTCDateTime
File myFile;

void setup()
{
```

```

sensors.begin(); //Inicia a biblioteca
//Vamos colocar a resolução dos sensores de acordo com o resistor, 12 é 10K - 10 é para 4.7K
sensors.setResolution(sensor1, 10);

pinMode(rele1,OUTPUT);
pinMode(rele2,OUTPUT);
Serial.begin(9600);

rtc.begin();          //Inicialização do RTC DS3231
//rtc.setDateTime(__DATE__, __TIME__); //Configurando valores iniciais
pinMode(pinoSS, OUTPUT); // Declara pinoSS como saída //do RTC DS3231
pinMode(led,OUTPUT);

if (SD.begin())
{ // Inicializa o SD Card
Serial.println("SD Card pronto para uso."); // Imprime na tela
}
else
{
Serial.println("Falha na inicialização do SD Card.");
return;
}
myFile = SD.open("ESTACAO1.txt", FILE_WRITE); // Cria / Abre arquivo .txt
digitalWrite(led,HIGH);
myFile.println("Data;Hora;TempAr;Umid;GB negro;Radiação;Vento m/s");
if (myFile)
{ // Se o Arquivo abrir imprime:
Serial.println("Abrindo o Arquivo .txt"); // Imprime na tela
myFile.close(); // Fecha o Arquivo após escrever
digitalWrite(led,LOW);
Serial.println("Terminado."); // Imprime na tela
Serial.println("Data;Hora;TempAr;Umid;GB negro;Radiação;Vento m/s");
}
else
{ // Se o Arquivo não abrir
Serial.println("Erro ao Abrir Arquivo .txt"); // Imprime na tela
}
}

void loop()
{
Sample++;
Serial.print(Sample);
Serial.print(":");

```

```

RTC();
temp();
GLOBOS();
radiacao();
vento();
}

void abreSD()
{
myFile = SD.open("ESTACAO1.txt",FILE_WRITE); // Abre o Arquivo
digitalWrite(led,HIGH);
}

void fechaSD()
{
myFile.close(); // Fecha o Arquivo após ler
digitalWrite(led,LOW);
delay(500);
}

void temp()
{
int EMERSON = SBT.read22(Pin); // Reads the data from the sensor
float t = SBT.temperature; // Gets the values of the temperature
float h = (SBT.humidity); // Gets the values of the humidity
float hcorrig=(1.02*h-7); // Equação de ajuste da umidade do ar
abreSD();
Serial.print("TempDHT=");
Serial.print(t);
myFile.print(t);
myFile.print(";");
Serial.print("*C;");
Serial.print("HumidDHT=");
Serial.print(hcorrig);
myFile.print(hcorrig);
myFile.print(";");
Serial.print("%;");
fechaSD();
delay(3000); // Delays 2 secods, as the DHT22 sampling rate is 0.5Hz
}

void vento()
{
windvelocity();
}

```

```

RPMcalc();
Serial.print("VelVento=");
//print m/s
abreSD();
WindSpeed();
Serial.print(windspeed);
myFile.print(windspeed);
myFile.print(";");
Serial.print("m/s;");
//print km/h
SpeedWind();
Serial.print(speedwind);
myFile.println(speedwind);
Serial.println("km/h;");
fechaSD();
delay(delaytime);           //delay between prints
}

// Measure wind speed
void windvelocity()
{
speedwind = 0;
windspeed = 0;
counter = 0;
attachInterrupt(0, addcount, RISING);//COLOCA O PINO 2 COMO INTERRUPÇÃO
//EXTERNA
unsigned long millis();
long startTime = millis();
while(millis() < startTime + period)
{
}
}

void RPMcalc(){
RPM=((counter)*60)/(period/1000); // Calculate revolutions per minute (RPM)
}
void WindSpeed(){
windspeed = ((4 * pi * radius * RPM)/60) / 1000; // Calculate wind speed on m/s
}

void SpeedWind()
{
speedwind = (((4 * pi * radius * RPM)/60) / 1000)*3.6; // Calculate wind speed on km/h
}

```

```

void addcount()
{
counter++;
}

void RTC()
{
abreSD();
dataehora = rtc.getDateTime(); //Atribuindo valores instantâneos de
//data e hora à instância dataehora
Serial.print(dataehora.day); //Imprimindo o Dia
myFile.print(dataehora.day);
Serial.print("/");
myFile.print("/");
Serial.print(dataehora.month); //Imprimindo o Mês
myFile.print(dataehora.month);
Serial.print("/");
myFile.print("/");
Serial.print(dataehora.year); //Imprimindo o Ano
myFile.print(dataehora.year);
//Serial.print("\t ");
Serial.print(";");
myFile.print(";");
Serial.print(dataehora.hour); //Imprimindo a Hora
myFile.print(dataehora.hour);
Serial.print(":");
myFile.print(":");
Serial.print(dataehora.minute); //Imprimindo o Minuto
myFile.print(dataehora.minute);
Serial.print(":");
myFile.print(":");
Serial.print(dataehora.second); //Imprimindo o Segundo
myFile.print(dataehora.second);
Serial.print(";");
myFile.print(";");
fechaSD();
delay(2000); //Tempo p atualização do valor enviado pela porta
//serial
}

void radiacao()
{
digitalWrite(rele1,HIGH);

```

```

digitalWrite(rele2,LOW);
delay(2000);
valcor=analogRead(corrente);
CORRENTE=((5*valcor)/(1024))/15; //RETORNA O VALOR DE CORRENTE DO AMP OP
//COM GANHO 15

if (CORRENTE<0.005)//FILTRO PARA TIRAR RUIDOS ABAIXO DE 5mA
{
CORRENTE=0;
}
delay(1400);
digitalWrite(rele1,LOW);
digitalWrite(rele2,HIGH);
delay(2000);

valtens=analogRead(tensao);
TENSAO=((5*valtens)/(1024))*2; //RETORNA O VALOR DE TENSAO VINDO DO
//DIVISOR DE TENSAO 1//1
//VERIFICAR SE É NECESSARIO FAZER UM AJUSTE DE CURVA PARA AS PLACAS
//SOLARES QUE DIVERGEM EM VALORES

if (TENSAO<0.2) //FILTRO PARA TENSOES ABAIXO DE 0.2V VINDAS DE RUIDOS
{
TENSAO=0;
}
delay(1400);
digitalWrite(rele1,LOW);
digitalWrite(rele2,LOW);

float P;
P=TENSAO*CORRENTE;
float Psol;
Psol=((P/0.0087345)/0.149); //DIVIDE A POTENCIA GERADA PELA AREA DA PLACA
//E PELA SUA EFICIENCIA
Serial.print(Psol);
Serial.print(";");
abreSD();
myFile.print(Psol);
myFile.print(";");
fechaSD();
}

void GLOBOS()
{

```

```
sensors.requestTemperatures(); //Função para chamar as temperaturas
Serial.print(";GN negro:");
float Temp1 = sensors.getTempC(sensor1);
Serial.print(Temp1);
delay(250);

abreSD();
myFile.print(Temp1);
myFile.print(";");
myFile.print(Temp2);
myFile.print(";");
fechaSD();
delay(5500);
}
```

## **ANEXOS**

# ANEXO A – DATASHEET DE COMPONENTES FOTOVOLTAICOS

Mono **Multi** Solutions

## THE SPLITMAX FRAMED 144-CELL MODULE (1500V)



**144 CELL**  
MULTICRYSTALLINE MODULE

**335-345W**  
POWER OUTPUT RANGE

**17.4%**  
MAXIMUM EFFICIENCY

**0~+5W**  
POSITIVE POWER TOLERANCE

Founded in 1997, Trina Solar is the world's leading comprehensive solutions provider for solar energy. We believe close cooperation with our partners is critical to success. Trina Solar now distributes its PV products to over 60 countries all over the world. Trina is able to provide exceptional service to each customer in each market and supplement our innovative, reliable products with the backing of Trina as a strong, bankable partner. We are committed to building strategic, mutually beneficial collaboration with installers, developers, distributors and other partners.

### Comprehensive Products And System Certificates

IEC61215/IEC61730/UL1703/IEC61701/IEC62716  
ISO 9001: Quality Management System  
ISO 14001: Environmental Management System  
ISO14064: Greenhouse gases Emissions Verification  
OHSAS 18001: Occupation Health and Safety Management System



**Trina solar**



### Ideal for large scale installations

- Reduce BOS cost by connecting more modules in a string
- 1500V IEC certified



### Half-Cell design brings higher efficiency

- New cell string layout and split J-box location to reduce the energy loss caused by shading between modules
- LRF integrated to gain more power, need avoid light sensitive case
- Low thermal coefficients for greater energy production at high operating temperatures
- Lower cell connection power lossing



### Highly reliable due to stringent quality control

- Over 30 in-house tests (UV, TC, HF, and many more)
- In-house testing goes well beyond certification requirements
- PID resistant
- 100% EL double inspection



### Certified to withstand the most challenging environmental conditions

- 2400 Pa negative load
- 5400 Pa positive load

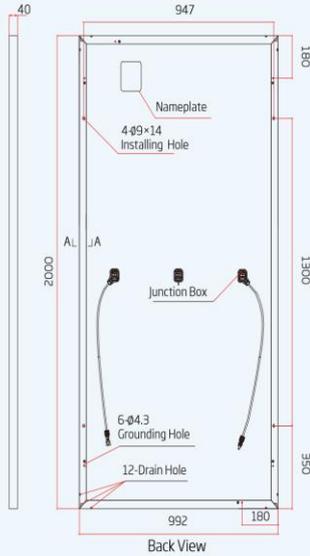
### LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

10 Year Product Warranty · 25 Year Linear Power Warranty

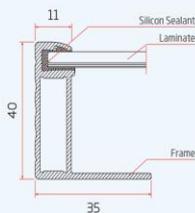


PRODUCTS	POWER RANGE
TSM-PE14H	335-345W

### DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)

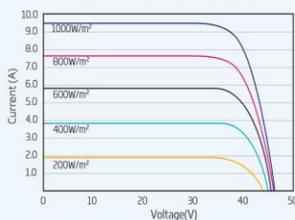


Back View

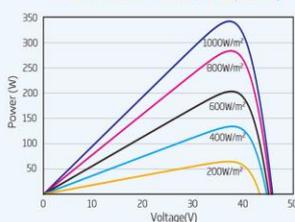


(A-A)

### I-V CURVES OF PV MODULE(340W)



### P-V CURVES OF PV MODULE(340W)



### ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- $P_{MAX}$ (Wp)*	335	340	345
Power Output Tolerance- $P_{MAX}$ (W)	0 ~ +5		
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	37.4	37.6	37.8
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	8.96	9.05	9.14
Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)	45.9	46.1	46.3
Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)	9.45	9.50	9.55
Module Efficiency $\eta_m$ (%)	16.9	17.1	17.4

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5  
\*Measuring tolerance: ±3%

### ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- $P_{MAX}$ (Wp)	247	251	255
Maximum Power Voltage- $V_{MPP}$ (V)	34.6	34.9	35.1
Maximum Power Current- $I_{MPP}$ (A)	7.15	7.20	7.26
Open Circuit Voltage- $V_{OC}$ (V)	42.5	42.7	42.8
Short Circuit Current- $I_{SC}$ (A)	7.63	7.67	7.71

NOCT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

### MECHANICAL DATA

Solar Cells	Multicrystalline 156.75 × 78.375 mm (6 × 3 inches)
Cell Orientation	144 cells (6 × 24)
Module Dimensions	2000 × 992 × 40 mm (78.7 × 39.1 × 1.57 inches)
Weight	23 kg (50.7 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Tempered Glass
Backsheet	White
Frame	Silver Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 67 or IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm <sup>2</sup> (0.006 inches <sup>2</sup> ), Portrait: N 140mm/P 285mm(5.5/11.2inches) Landscape: N 1400mm/P 1400 mm (55.1/55.1 inches)
Connector	UTX/MC4 EV02/TS4*

\*Please refer to regional datasheet for specified connector.

### TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	44°C (±2°C)
Temperature Coefficient of $P_{MAX}$	-0.41%/°C
Temperature Coefficient of $V_{OC}$	-0.32%/°C
Temperature Coefficient of $I_{SC}$	0.05%/°C

### MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40 ~ +85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
Max Series Fuse Rating	15A

(DO NOT connect Fuse in Combiner Box with two or more strings in parallel connection)

### WARRANTY

- 10 year Product Workmanship Warranty
- 25 year Linear Power Warranty

(Please refer to product warranty for details)

### PACKAGING CONFIGURATION

- Modules per box: 27 pieces
- Modules per 40' container: 594 pieces



### Inteligente

- Gerenciamento inteligente de 12 *strings* e rápido diagnóstico de problemas
- Suporta *Power Line Communication (PLC)*
- Suporta Diagnóstico *Smart String I-V*

### Eficiente

- Eficiência Máxima de 98,7%, eficiência europeia de 98,5%
- 6 MPPTs para adaptações versáteis a diferentes layouts

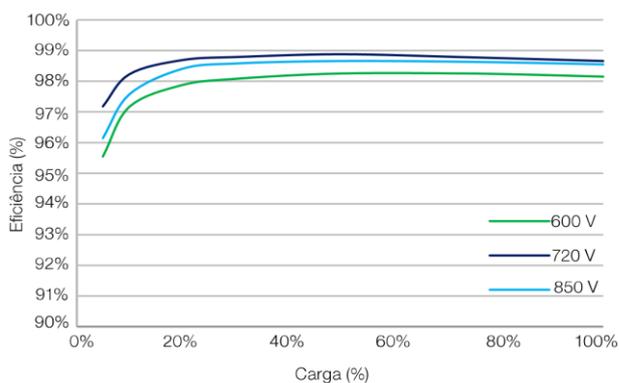
### Seguro

- Seccionadora CC integrada, segurança e praticidade para manutenção
- Supressor de surto Tipo II para CC e para CA
- Unidade de Monitoramento de Correntes Residuais integrada internamente
- Projeto sem fusíveis

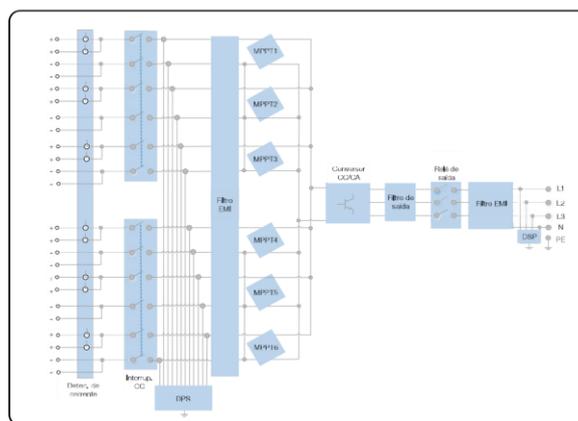
### Confiável

- Tecnologia de resfriamento natural
- Grau de proteção IP65

### Curva de Eficiência



### Diagrama do Circuito



SIW500H - ST060

## Inversor String SIW500H - ST060

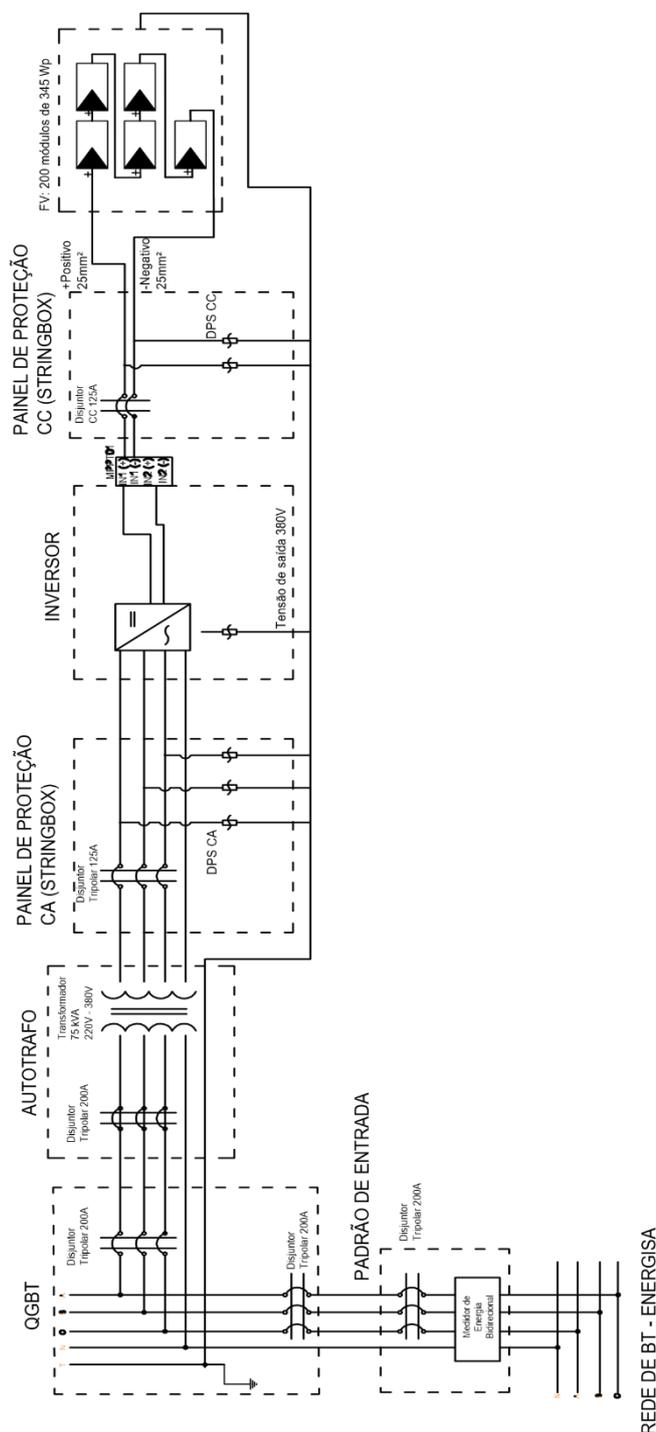
## Inversor String SIW500H - ST060

Especificações técnicas	SIW500H - ST060
<b>Eficiência</b>	
Eficiência máxima	98,7%
Eficiência europeia	98,5%
<b>Entrada</b>	
Tensão de entrada máxima	1.100 V
Corrente máxima por MPPT	22 A
Corrente de curto-circuito máxima por MPPT	30 V
Tensão de partida	200 V
Faixa de tensão de operação do MPPT	200 V ~ 1.000 V
Tensão de entrada nominal	600 V
Número máximo de entradas	12
Número de MPPTs	6
<b>Saída</b>	
Potência ativa nominal CA	60.000 W
Potência aparente CA máxima	66.000 VA
Potência ativa CA máxima (cosφ=1)	66.000 W
Tensão de saída nominal	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, padrão 3 W+N+PE; 3 W+PE opcional nos ajustes
Corrente nominal de saída	91,2 A @ 380 V ca, 86,7 A @ 400 V ca
Frequência de rede CA nominal	50 Hz / 60 Hz
Corrente de saída máxima	100 A a 380 V ca, 95,3 A a 400 V ca
Fator de potência ajustável	0,8 LG ... 0,8 LD
Distorção harmônica total máxima	≤3%
<b>Proteção</b>	
Seccionadora no lado de entrada	Sim
Proteção anti-ilhamento	Sim
Proteção contra polaridade CC invertida	Sim
Monitoramento de falha de <i>string</i> no arranjo PV	Sim
Supressor de surto CC	Tipo II
Supressor de surto CA	Tipo II
Detecção de isolamento	Sim
Unidade de monitoramento de correntes residuais	Sim
<b>Comunicação</b>	
Display	Indicadores LED, Bluetooth +APP
RS485	Sim
USB	Sim
PLC	Sim
<b>Geral</b>	
Dimensões (L x A x P)	1.075 x 555 x 300 mm
Peso (com placa de montagem)	73 kg
Faixa de temperatura de operação	-25 °C ~ 60 °C
Resfriamento	Convecção natural
Altitude máxima de operação	4.000 m
Umidade relativa	0 ~ 100%
Conector CC	Amphenol helios H4
Conector CA	Terminal PG à prova d'água + conector OT
Grau de proteção	IP65
Topologia	Sem transformador



# ANEXO B – PROJETOS ELÉTRICOS

## Diagrama Fotovoltaico Trifilar para a Concessionária



**NOTAS:**

1. CASO O INVERSOR NÃO SEJA DA MESMA CLASSE DE TENSÃO DA REDE DE BAIXA TENSÃO DA CONCESSIONÁRIA DEVERÁ SER PROPOSTA A UTILIZAÇÃO DE AUTOTRANSFORMADOR CUJO SECUNDÁRIO POSSUA A MESMA TENSÃO DO PADRÃO DA REDE DA CONCESSIONÁRIA.

### Diagrama Trifilar para sistema Fotovoltaico C/ Transformador



Engenheiro: Emerson R. Moraes	---	---	---	Acordo:	03	05	2020	Desenho N° NDU 013.05	Escala N/A
Substituí Doc. N° N/A	---	---	---	Documento NDU 013	Pag. Doc. 60 / 67	Revisão 0.0		Unidade N/A	Folha 1 / 1