



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Oswaldo Campelo de Mello Vasconcelos

**MICROCLIMA DO SETOR DE SELEÇÃO DE CASAS DE
EMBALAGENS DE UVA NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO
FRANCISCO**

JUAZEIRO – BA
2015

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Oswaldo Campelo de Mello Vasconcelos

**MICROCLIMA DO SETOR DE SELEÇÃO DE CASAS DE
EMBALAGENS DE UVA NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO
FRANCISCO**

Trabalho apresentado ao programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola da UNIVASF, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Prof. Orientadora: Dra. Sílvia Turco

Prof. Co-orientador: Dra. Cristiane Dacanal

JUAZEIRO – BA
2015

V331m Vasconcelos, Osvaldo Campelo de Mello .
Microclima do Setor de Seleção de Casas de Embalagens de Uva no Vale do Submédio São Francisco” / Osvaldo Campelo de Mello Vasconcelos . -- Juazeiro 2015.
xi, 93 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA.
Orientador: prof. Dra.Sílvia Helena Nogueira Turco.

1. Uva - armazenamento. 2. Climatologia agrícola.
3. Especialização. II.Título. II. Universidade Federal Vale do São Francisco

CDD 634.88

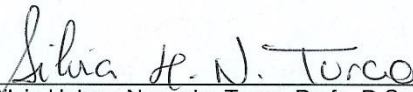
UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
MESTRADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

FOLHA DE APROVAÇÃO

Oswaldo Campelo de Mello Vasconcelos

**MICROCLIMA DO SETOR DE SELEÇÃO DE CASAS DE
EMBALAGENS DE UVA NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO.**

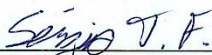
Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação *Strito Sensu* em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.



Sílvia Helena Nogueira Turco, Profa. D.Sc.
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF



Cristiane Dacanal, Profa. D.Sc.
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF



Sérgio Toretto de Freitas, D.Sc.
Embrapa Semiárido



Clóvis Manoel Carvalho Ramos, Prof. D.Sc.
Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF

Juazeiro-BA, 31 de Julho de 2015.

Vitioso não é aquele que vence os outros, é que vence a si mesmo superando vícios e dominando defeitos

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) e ao programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola pela oportunidade oferecida para a realização do curso de mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelo financiamento do projeto.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) referente à concessão da bolsa de pesquisa.

Às fazendas pela abertura e pela ajuda a qual foi concebida para o desenvolvimento da pesquisa;

À Sílvia Turco, minha orientadora pelo apoio e dedicação no intuito de promover a pesquisa, e pelo apoio ao meu crescimento profissional;

A Deus, por estar me concedendo a graça de estar terminando um curso de mestrado, aos meus pais por estar sempre ao meu lado, vendo as minhas noites em claro estudando. Aos meus irmãos que acompanharam toda esta jornada.

A minha madrinha que sempre me ajudou e ensinou em toda a minha trajetória, com palavras de conforto e puxando a orelha quando necessário.

A minha namorada, Lícia Gardenia por me ajudar, suportar e ser sempre uma ótima companheira nos estudos, principalmente nas noites mal dormidas.

Aos meus amigos Alexandre Marcelo, Rafael Davi, Samir Abrão, Nogueira Brandão por estarem sempre ao meu lado desde a infância, acompanhando toda a minha carreira acadêmica.

Ao meu amigo Ítalo Batista, por sempre me apoiar nos melhores e piores momentos da minha vida.

Aos meus colegas de mestrado Marcello Henrique, Simone Luz, Indira Gonçalves Vanderleia Dias o meu muito obrigado.

Aos Professores Cristiane Dacanal, Pablo Leal, Clovis Ramos, Daniel Costa e Carlos Matos pelo apoio nesta jornada rumo ao desenvolvimento da pesquisa.

VASCONCELOS, O.C.M. MICROCLIMA DO SETOR DE SELEÇÃO DE CASAS DE EMBALAGENS DE UVA NO VALE DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO, 2015. 89f Dissertação de Mestrado – Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal do Vale do São Francisco, 2015.

RESUMO

As estruturas de *packing houses* é uma área da ambiência que possuem poucos estudos voltados aos materiais e técnicas de construção e seu devido condicionamento térmico. Sendo assim o objetivo do trabalho foi de caracterizar e diagnosticar o microclima interno do setor da seleção destes *packing houses* de uva de produtores de porte pequeno, médio e grande localizadas no Vale do Submédio São Francisco, medindo dados de Temperatura do ar (Tar), UR (Umidade Relativa), velocidade do vento e calculando a CTR (Carga Térmica Radiante) e Entalpia para as épocas de inverno e verão. Foram selecionados três *packing houses* na região do Vale do São Francisco com diferentes portes e características construtivas sendo avaliado apenas o setor da seleção destes *packings*. Foram distribuídos 20 data loggers no setor da seleção medindo dados de (Tar), (UR) e Temperatura de Globo Negro (TGN), coletando dados a cada 15 minutos por no mínimo 20 dias para cada época nos anos de 2014 e 2015, tais equipamentos estiveram dispostos a altura de 1 metro. Os dados foram analisados através da estatística e submetido a distribuição normal de T student 95%. Em conjunto realizou-se análises pontuais através de uma câmera termográfica capturando imagens às 10, 13 e 15 horas, também foi desenvolvido através da geoestatística uma espacialização destes setores coletando a temperatura do ar em plano cartesiano de malha de dois por dois metros nas épocas de inverno e verão. Os resultados apresentados para a temperatura do ar para as duas épocas (inverno e verão) demonstram-se impróprios para o setor da seleção onde a temperatura ideal do setor que é de 20°C. A umidade relativa para épocas de inverno e verão também não atingiram a umidade ideal para uvas de 90% em nenhum do *packing houses* estudados. As análises pontuais observam que as maiores fontes de aquecimento são o material de cobertura, alvenaria, iluminação. Quanto as análises espacializadas observou-se que os aquecimentos observados são derivados da transferência de energia por condução e radiação da alvenaria e material de cobertura para os horários observados.

Palavras Chave – Microclima, Uva, Espacialização

VASCONCELOS, O.C.M. MICROCLIMATE SECTOR OF UVA PACKAGING OF HOUSES IN SELECTION submedium VALLEY SAN FRANCISCO, 2015. 89f Master's Dissertation - College of Agricultural and Environmental Engineering, Federal University of São Francisco Valley, in 2015.

ABSTRACT

The packinghouses structures is an area of environment that owns few studies focused on materials, construction techniques, and their proper thermal conditioning. Thus, the aim of this study was to characterize and diagnose the internal microclimate of the selection sector these packinghouses of grape of small, medium and large producers located in the São Francisco Submid Valley, measuring air temperature data (Tar) RH (Relative Humidity), wind speed and calculating the CTR (Radiant Thermal Load) and enthalpy for winter and summer seasons. Three packinghouses were selected in the region of the São Francisco Valley with different sizes and constructive characteristics being evaluated only the selection sector of these packings. Twenty (20) data loggers were distributed in the selection sector measuring data (Tar), (RH) and Black Globe Temperature (TGN), collecting data every 15 minutes for at least 20 days for each period in the years from 2014 to 2015, such devices were prepared the height of 1 meter. Data were analyzed by statistical and submitted to normal distribution to Student T 95%. Jointly was performed punctual analysis through a thermographic camera capturing images at 10, 13 and 15 hours, it was also developed by geostatistics, one spatialization of these sectors collecting the air temperature in the Cartesian plane mesh of two by two meters in times of winter and summer. The results presented to the air temperature for two seasons (winter and summer) show unfit for the selection sector where the ideal temperature of the sector that is 20 ° C. The relative humidity for winter and summer times also did not reach the ideal humidity to 90% grapes on any packinghouses studied. The punctual analysis observe that major heat sources are the covering material, masonry, lighting. As the analysis of spatialization revealed that the observed heaters are derived from the energy transfer by conduction and radiation and masonry coating material for the observed times.

Keywords - microclimate, Grape, Spatialization

Lista de Figuras

Figura 1- Amostragem em duas dimensões	38
Figura 2- Exemplo de Semivariograma Isaaks e Srivastava (1989)	39
Figura 3- Ilustração do processo de interpolação: amostras (cruzes) e aproximação da superfície por uma grade regular (círculos).....	42
Figura 4- (a) Portão de recepção das uvas (b) Beiral com 1,8 m lado direito (c) Interior do packing (d)Desembarque para recebimento dos caminhões (e) Vista superior do galpão e posicionamento dos ventiladores (f) Caixaria nas mesas (g) Funcionários fazendo o seleção da uva (h) Posicionamento das lâmpadas e ventiladores (i) Beiral do lado esquerdo com 0,6 m e cerca viva	45
Figura 5-(a) Vista externa do Packing house (b) Interior setor do processamento (c) Ventiladores com umidificador (d) Funionários do lado esquerdo do setor do processamento(e) funcionários do lado direito da seleção (f) refrigerador evaporativo lado esquerdo (g) Setor recepção das uvas (h) Piso e condicionamento dos pallets (i) Resfriador evaporativo do lado direito.	46
Figura 6 - (a) Vista externa do packing, setor das desembarque e câmara fria (b) Vista externa do packing, setor da recepção e processamento (c) Caixaria da recepção (d) Funcionários do processamento esquerdo (e) Funcionários da seleção direito (f) Condicionador de ar (g) Seleção coberta com forro de PVC (h) Setor da recepção (i) Condicionadores de Ar	47
Figura 7- Planta baixa do packing house da Salva Terra	48
Figura 8- Planta Baixa do packing house da Frutos do Sol.....	49
Figura 9- Planta Baixa do packing house da Special Fruit	50
Figura 10 - Média horária da Temperatura do ar no setor de seleção dos três packing houses na época de Inverno durante a fase experimental e suas temperaturas externas (TE).....	55
Figura 11- Média horária da umidade relativa do ar no setor de seleção dos três packing houses na época de Inverno durante a fase experimental.	57
Figura 12 - Média horária da CTR no setor de seleção dos três packing houses na época de Inverno durante a fase experimental.	59
Figura 13 - Média horária da Entalpia do ar no setor de seleção dos três packing houses na época de Inverno durante a fase experimental.....	61

Figura 14- Média horária da Temperatura do ar no setor de seleção dos três packing houses na época de Verão durante a fase experimental e suas temperaturas externas (TE).....	62
Figura 15- Média horária da umidade relativa do ar no setor de seleção dos três packing houses na época de Verão durante a fase experimental.....	63
Figura 16- Média horária da CTR no setor de seleção dos três packing houses na época de Verão durante o período experimental.	65
Figura 17- Média horária da Entalpia do ar no setor de seleção dos três packing houses na época de Verão durante o período experimental.....	66
Figura 18 - Termografia Infravermelho da Salva Terra, nos horários das 10 horas no mês de inverno (a) ,13 horas no mês de inverno (b), 15 horas no mês de inverno (c), 10 horas no mês de verão (d), 13 horas no mês de verão (e), 15 horas no mês de verão (f).	68
Figura 19 - Termografia Infravermelho do Frutos do Sol, nos horários das 10 horas no mês de inverno (a) ,13 horas no mês de inverno (b), 15 horas no mês de inverno (c), 10 horas no mês de verão (d), 13 horas no mês de verão (e), 15 horas no mês de verão (f).....	69
Figura 20- Termografia Infravermelho do Special Fruit, nos horários das 10 horas no mês de inverno (a) ,13 horas no mês de inverno (b) , 15 horas no mês de inverno (c), 10 horas no mês de verão (d), 13 horas no mês de verão (e), 15 horas no mês de verão (f).	71
Figura 21- Análise da Krigagem no setor da seleção da packing house da Salva Terra nos horários das 10 horas (a), 13 horas (b) e 15 horas (c) no mês de Inverno. E 10 horas (d), 13 horas (e) e 15 horas (f) no mês de verão	77

Sumário

1. Introdução	11
2. REVISÃO DA LITERATURA	13
2.1. Produção e beneficiamento de uvas	13
2.1.1 Procedimento da colheita de uvas	14
2.1.2. Recepção da Uva	14
2.1.3. Limpeza	15
2.1.4. Embalagem.....	15
2.1.5. Resfriamento Rápido.....	16
2.1.6. Armazenamento	17
2.1.7. <i>Packing House</i>	18
2.2 Trocas térmicas e parâmetros térmicos para análise do ambiente.....	20
2.2.1.Temperatura do ar	21
2.2.2. Umidade do Ar.....	22
2.2.3. Carga Térmica Radiante (CTR)	24
2.2.4. Entalpia	25
2.3 Métodos para avaliação do ambiente térmico	26
2.3.1. Termografia por infravermelho	29
2.3.2 Material de Cobertura	30
2.3.3. Alvenaria	33
2.3.4. Certificações dos <i>Packing Houses</i>	35
2.3.5. Uso da Geoestatística para a espacialização do ambiente térmico	37
2.3.5.1. PARÂMETROS DO SEMIVARIOGRAMA	39
2.3.5.2. Análise de Interpoladores.....	40
3.Objetivo Geral	42

3.1. Objetivo Especifico	43
4. Materiais e Métodos	43
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
5.1. Fatores e índices térmicos	54
5.2. Diferenças microclimáticas interna do ambiente	67
5.3. Espacialização do ambiente	73
6. CONCLUSÕES	85
7. REFERENCIAS	86

1. Introdução

O Brasil ocupa o 6º lugar na produção de uvas finas de mesa, com um incremento de 79% no período avaliado. Os principais motivos para o aumento do volume produzido foram diversificação de variedades, expansão da infra-estrutura de armazenamento e distribuição, investimentos em tecnologia de produção e em marketing do produto. Em produtividade, o País aumentou seu rendimento por hectare em 28% entre os triênios analisados, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, (CEPEA, 2008).

A melhora da produtividade brasileira deve-se basicamente aos resultados da região do Vale do São Francisco. O clima predominantemente quente e seco durante grande parte do ano a infraestrutura de irrigação e mão-de-obra disponível favorecem a cultura. Além disso, a produção regional totalmente voltada às “janelas de mercado” impulsionada por investimentos em técnicas de manejo da cultura (CEPEA, 2014).

Para atender toda a uva produzida no Vale do São Francisco, faz-se necessário estruturas para processamento deste fruto, no entanto existem poucos estudos voltados para a necessidade de cada perfil de produtor.

As técnicas de construção, materiais de construção e o correto dimensionamento das instalações devem subsidiar o melhor aproveitamento e manter as condições ideais para o fruto reduzindo as perdas na pós-colheita.

A necessidade de uma *packing house* em uma fazenda é primordial para poder armazenar seus frutos com qualidade, tendo o intuito de agregar maior valor ao produto através nas devidas condições do condicionamento térmico das instalações, possuindo hoje uma subdivisão nestas instalações, a recepção, seleção, pré-resfriamento e armazenamento refrigerado, onde o conhecimento regional se torna a prática da construção destas instalações sem um modelo ou padrão a ser seguido

As unidades de beneficiamento dos frutos são caracterizadas por galpões com vãos amplos, construídos em estrutura metálica ou pré-moldados em concreto, vedados em alvenaria e com coberturas leves (telhas de fibrocimento ou metálica).

Os materiais de vedação, especialmente paredes externas e cobertura, são altamente responsáveis pelo ganho térmico no interior, por apresentarem alto

coeficiente calorífico, incrementando a carga térmica da edificação no período diurno (DACANAL,et.al., 2014).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Produção e beneficiamento de uvas

As uvas foram trazidas para o Brasil pelos primeiros imigrantes europeus que iniciaram o cultivo em terras e clima que mais se aproximavam da sua origem. Mais tarde, verificou-se que poderiam ser cultivadas sobre altas temperaturas e condições do semiárido brasileiro no Nordeste. Assim, surgiu a uva tropical de alta qualidade, saudável e extremamente doce.

Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) (FAOSTAT, 2013) e do Instituto Brasileiro Geográfico Estatístico (IBGE) (2013) mostram que o Brasil é o 12º produtor mundial de uvas, com taxa de crescimento de 3,4% a.a, sendo o Estado da Bahia o 5º produtor de uvas do Brasil (SEAGRI, 2010). No ano de 2011 a produção no Submédio São Francisco foi de 278 mil toneladas, representando 18,5% da produção nacional.

A fruticultura no Submédio do Vale do São Francisco apresenta rápida expansão da área cultivada, elevado crescimento da produção e desenvolvimento do setor exportador de frutos. A uva de mesa do Vale do São Francisco é produzida por diferentes extratos, com participação significativa de pequenos produtores, que representam 70% dos viticultores. Embora detenham apenas 17% da área cultivada, produzem mais de 60% da uva do vale (Ministerio da Agricultura, 2015).

Segundo DELEO (2012) as propriedades produtoras de uva do Vale do São Francisco podem ser divididas em escala de produção: a propriedade considerada típica entre a exportadoras de pequena escala cultiva em média 12 hectares de uva (5 a 20 hectares), as propriedades de médio produz uva em uma área de 21 a 70 hectares, sendo a média estimada para uma área de 35 hectares de uva. A área cultivada em um empreendimento de grande escala na região é acima de 150 hectares.

O Vale do Submédio São Francisco apresenta características peculiares. Está localizada entre os paralelos 8 e 9ºS, cujo clima é caracterizado como tropical semiárido, com temperatura média anual está em torno dos 26°C,

pluviosidade de aproximadamente 500 mm, concentrada entre os meses de janeiro a abril, a 330 m de altitude. Trata-se da única região do mundo que produz uvas o ano todo, sendo possível, dependendo da cultivar, colher entre duas e três safras anualmente. Esta característica vem fazendo com que o Vale tenha a devida reputação e seja tão conhecido, com grande potencial de produção de vinhos com rentabilidade (MAPA, 2015).

2.1.1 Procedimento da colheita de uvas

A colheita deve ser bem programada, sendo realizada nas horas mais frescas do dia, de modo a propiciar a redução da perda de água pelos cachos. Da mesma forma que a perda de água, o seu acúmulo também é prejudicial. A água que se acumula nos cachos proveniente da chuva, irrigação sobrecopa ou mesmo do orvalho também promove ambiente favorável ao desenvolvimento de microrganismos. Por este motivo, não se deve colher cachos molhados. Uma vez colhidos, os cachos devem ser acomodados, um por vez, em caixas de colheita, também, denominadas contentores sanitizadas e, se apresentarem aberturas laterais, forradas com espuma de polietileno de 1 cm de espessura, plástico polibolha ou outro material flexível, macio e lavável. Em cada caixa, deve ser disposta apenas uma camada de cachos, com o pedúnculo para cima para evitar danos às bagas e facilitar a sua retirada posterior (EMBRAPA,2010).

2.1.2. Recepção da Uva

O local da recepção deve proteger a uva de condições que levem à perda de água, aumento da respiração e a danos mecânicos. É recomendável que este ambiente, assim como toda a casa de embalagem, seja climatizado, adotando-se uma temperatura de 20 °C, em média. Esta condição reduz a temperatura interna das bagas e a atividade fisiológica da uva, o que retarda tanto a perda de água quanto o consumo de alguns constituintes da polpa, tais como ácidos orgânicos e açúcares. O uso de um sistema de climatização, também, é recomendável, uma vez que aumenta a umidade relativa do ar e, conseqüentemente, reduz a perda de água dos cachos (EMBRAPA,2010).

Caso não haja condições para climatização dessa área, é plausível proteger os contentores da insolação e de agentes externos, bem como utilizar da ventilação natural favorável para a redução da temperatura, em razão da concentração da carga colhida (EMBRAPA,2010).

Cada lote de contentores que chega à casa de embalagem deve ser identificado com informações sobre a sua procedência, manejo antes e durante a colheita e a hora de entrada, para que seja processado por ordem de chegada.

Na recepção, é importante que se faça uma avaliação da qualidade da uva colhida por meio de amostragem de alguns cachos, considerando-se o peso do cacho, presença de defeitos nas bagas, diâmetro das bagas, teor de sólidos solúveis e acidez titulável (EMBRAPA,2010).

2.1.3. Limpeza

A fase de limpeza tem o intuito de eliminar bagas imaturas, podres, murchas, aquosas, molhadas, rachadas, muito pequenas, queimadas pelo sol, com danos visíveis causados por insetos, microrganismos ou pássaros, e apresentando cicatrizes superficiais de aspecto rugoso e áspero e cor escura (*russet*). (EMBRAPA,2010).

A limpeza deve ser realizada em um único cacho por vez, segurando-o pelo pedúnculo, sem contato com as bagas. A tesoura usada deve possuir lâminas curtas e pontas arredondadas ou com pequenas esferas, para não danificar as bagas (EMBRAPA,2010).

2.1.4. Embalagem

O produto deve ser embalado apropriadamente, devendo-se evitar misturas de produtos doentes com sadios. Alguns produtos como as uvas e os morangos não são lavados. Eles são embalados no campo imediatamente após a colheita. A embalagem no campo gera uma situação onde a contaminação pode ocorrer facilmente se os recipientes e os materiais não forem manipulados cautelosamente (CENCI,2006).

As embalagens devem ser novas, limpas de fácil abertura, resistente ao umedecimento, ajustável ao manejo, tamanho e peso dos cachos, resistentes ao transporte e ao empilhamento, que possibilite a proteção contra danos mecânicos e a dissipação do calor, gás carbônico e vapor de água gerada com a respiração da uva, devem ser acondicionados cachos de mesma origem, cultivar, estágio de maturação, cor, tamanho, formato e classificação (EMBRAPA,2010).

As caixas de papelão devem possuir dimensões para atender à paletização e ao rápido resfriamento da uva. Devem, portanto, ter orifícios para ventilação e aletas laterais que permitem o encaixe da parte inferior de uma caixa com a outra colocada acima dela (EMBRAPA,2010).

Outros materiais utilizados na embalagem de uvas de mesa são: folha (ou sacola) de polietileno de baixa densidade (PEBD) perfurada ou microperfurada, sacos de papel ou de PEBD para cachos, papel glassine, cartela de gerador de SO₂ e materiais para amortecimento de impactos, como cloreto de polivinil (PVC) polibolha 16 mm ou papel ondulado. Em alguns casos, são utilizadas embalagens de tereftalato de polietileno (PET).

Os materiais de PEBD que envolvem tanto os cachos quanto toda a caixa, conferem proteção à perda de água e reduzem o atrito entre bagas. No caso das cartelas de geradores de SO₂, compostos por metabissulfito de sódio ou de potássio, o objetivo é minimizar o desenvolvimento de podridões na pós-colheita. (EMBRAPA,2010).

O SO₂, além de controlar fungos, influencia em fenômenos fisiológicos, diminuindo a atividade das oxidases, reduzindo o ritmo da respiração das uvas e diminuindo perdas de açúcares (GARCIA, 1967), além de diminuir o escurecimento do ráquis (NELSON, 1983; MANSOUR et al., 1984).

2.1.5. Resfriamento Rápido

O resfriamento rápido dos produtos é de suma importância na conservação e no prolongamento da vida útil dos produtos, pois altas temperaturas afetam a qualidade dos frutos e hortaliças ao interferir nos processos vitais, tais como: a) respiração; b) maturação e a produção de

etileno e outros voláteis; c) perda de peso (H_2O); e) desenvolvimento e disseminação de microorganismos (CENCI,2006).

O intuito do resfriamento rápido é de reduzir rapidamente a temperatura da uva. No Submédio do Vale do São Francisco, é realizado, em geral, por ar forçado. O processo deve ser realizado sob temperatura e umidade relativa ideal para a conservação da uva e requer de 8 a 14 horas para ser concluído. Para cultivares sem sementes, a temperatura de resfriamento e armazenamento deve ser de 0 °C, enquanto, as cultivares com sementes podem ser resfriadas e armazenadas a 2 °C. Em ambos os casos, os valores recomendados para umidade relativa do ar oscilam entre 85% e 95%. Valores inferiores predisõem a uva à perda de água enquanto valores acima de 95% favorecem o desenvolvimento de microrganismos (EMBRAPA,2010).

Outros autores afirmam que para diminuir as perdas por desidratação, a umidade relativa no armazenamento deve estar entre 90 e 95% (SANTOS, 1996; BLEINROTH, 1984), sendo que umidade relativa próxima a 100% pode causar a ruptura da camada superficial de células das bagas, favorecendo o desenvolvimento de microorganismos.

Após o resfriamento, deve-se revestir o *paletts* com filme de PVC, com espessura de 0,025 mm ou 0,030 mm para as laterais, e de 0,040 mm para a parte superior, a fim de manter, ao redor do cacho, a umidade e o SO_2 liberados.

Entretanto, o SO_2 aplicado como fumigante em câmaras pode provocar uma ampla variação de respostas em função da cultivar, causando branqueamento de bagas e conferindo sabor estranho nas uvas (BALLINGER & NESBITT, 1984).

2.1.6. Armazenamento

Uma vez removido o “calor de campo”, os produtos podem recuperar o calor se não forem armazenados de modo adequado. A fim de se usufruir os benefícios do resfriamento, e quando julgar-se apropriado, as frutas e hortaliças frescas deverão ser armazenadas sob condições refrigeradas. O armazenamento em baixa temperatura associado ao controle de umidade pode

prolongar a vida útil dos produtos agrícolas frescos contribuindo para a manutenção de suas características desejáveis sensoriais e nutricionais, podendo também minimizar o crescimento dos microorganismos nos produtos agrícolas (CENCI,2006).

A temperatura de armazenamento varia conforme a cultivar, sendo que para uvas viníferas recomenda-se a temperatura de -1,0 a -0,5°C, e para uvas americanas de -0,5 a 0°C (HARDENBURG et al., 1986) e próximo a -1,0°C para cultivares com alto teor de açúcares (FERRER; TORRALLARDONA, 1970). Segundo CENCI (1994), as uvas desidratam pouco quando armazenadas a -0,5°C e 95% de umidade relativa.

Vale salientar que, sob temperaturas de aproximadamente -1 °C, a uva pode sofrer injúria para a maioria das variedades, sob valores inferiores, os tecidos da baga são congelados (PERKINS-VEAZIE, 1992)

Após o período do resfriamento rápido, a cadeia de frio não deve ser mais interrompida. Sendo assim, na saída da câmara fria, o carregamento dos contêineres deve ser rápido e em local construído para este fim, de modo a manter a temperatura de armazenamento.

Além da temperatura, a umidade relativa no interior da câmara fria é um fator determinante da qualidade da uva, vez que pode predispor à desidratação do engaço. Os principais sinais de perda de água são o escurecimento são o ressecamento do engaço, que resultam no desgrane das bagas, já que o tecido do pedicelo torna-se seco e quebradiço (EMBRAPA,2010).

2.1.7. *Packing House*

A *packing house* é conhecido popularmente como “barracão”. Trata-se de uma unidade de beneficiamento frutas e hortaliças, onde se possa condicionar o produto por certo período de tempo (MARINO, 2002).

Nos *packing houses* são desenvolvidas algumas atividades tais como: limpeza dos frutos; desinfecção dos frutos; seleção, pesagem e embalagem. O processamento, classificação dos frutos e armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005)

O *packing house* de uva pode ser dividido em áreas: recepção que o setor que recebe os frutos vindas do campo, nesta área na maioria dos *packing*

não tem ambiente controlado, tendo apenas uma cobertura; o setor de seleção interligado a recepção onde o fruto é selecionada, as frutos que não estiverem na coloração correta ou com algum dano são descartadas, as selecionadas são pesadas e embaladas em caixas, sacolas ou cumbucas plásticas e após são formados os *pallets* com dimensões de 1,0 x 1,2 m (uvas com sementes); 0,98 x 1,18 m (uvas sem sementes) e altura máxima de 2,20 m, o ambiente nesta área deverá ter temperatura ideal de 20°C (Embrapa, 2010).

Em seguida esses *pallets* são encaminhados aos chamados tuneis de refrigeração onde o fruto é ambientada por 24h a uma temperatura média 12°C e 80% umidade(U). Por fim esses frutos são encaminhadas a câmara fria onde fica condicionada a temperatura de 0 °C e 90% U por até 90 dias (CENCI, 1994).

Diante disso, a climatização dos ambientes na etapa pós-colheita, em *packing houses*, é de grande importância, uma vez que influenciam a qualidade final dos frutos em termos de durabilidade, preservação das características físico-químicas e desenvolvimento de doenças na pós-colheita (BACHMANN e EARLES, 2000; LOBO, 2004; CENCI, 2006).

Os *packing house* também contribuem na melhor rastreabilidade dos frutos, no intuito de saber a origem dos frutos, produtos aplicados, época de aplicação etc. Estas informações são exigidas por alguns exportadores. Utilização de *drencher* para limpeza dos frutos antes de entrar no *packing house*, a separação de áreas sujas e limpas dentro do setor, um maior número de funcionários nas mesas de seleção, amostragem para mancha preta em *pallets* no final da linha e, principalmente, o transporte a frio, são práticas que minimizariam os problemas normalmente vistos na importação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Acredita-se que com a adequação das instalações para armazenamento de uvas no Clima Tropical Semiárido, a produção possa ainda aumentar. Nos últimos anos, constata-se a preferência dos produtores em fornecerem uvas para mercado nacional a o internacional, devido a simplificação da estrutura agrícola e do controle necessário na etapa pós-colheita, à facilidade de inserção dos frutos no mercado, e a valorização das

uvas pelo consumidor nacional. Problemas na pós-colheita acarretam perda de qualidade nos frutos e diminuem a aceitação das uvas pelo mercado externo.

Tendo em vista as exigências ambientais do microambiente para etapa pós colheita de uvas é necessário estabelecer requisitos técnicos e construtivos, objetivando certa padronização das instalações. Os *packings* são construídos sem nenhum padrão de construção, onde conhecimentos empíricos tomam a prática da construção, sem levar em consideração o microclima interno das instalações, temperatura e umidade ideal para os frutos para o seus setores distribuídos numa *packing house*. Algumas técnicas que são empregadas da engenharia civil e engenharia agrícola devem ser bem vistas, como aferição da temperatura e umidade dentro destas instalações, tipos de materiais de construção, ventilação, condicionamento de ar, localização são importantes fatores a ser levado em consideração para que os *packing houses* proporcionem condições ideais para os frutos e prolongamento da vida útil.

2.2 Trocas térmicas e parâmetros térmicos para análise do ambiente

O desempenho térmico de uma edificação está diretamente ligado às características climáticas, às quais está submetido. É importante ressaltar que o clima varia de região para região de acordo com as características geográficas locais. O conhecimento do clima e da geografia local é essencial no auxílio para os profissionais executarem um bom projeto arquitetônico, utilizando-se dos recursos naturais, que atendam às exigências de conforto do usuário (Nogueira et. al., 2005).

Para avaliar o comportamento térmico dos materiais de uma instalação é necessário analisar a temperatura e a umidade relativa do ar, direção predominante e velocidade dos ventos, pluviosidade e radiação solar global em função do tempo de exposição a essas condições. Entretanto, pode-se afirmar que a incidência da radiação solar é o elemento principal nos processos de trocas térmicas em instalações (Vecchia, 2003).

Os índices de conforto térmico procuram englobar o efeito conjunto das variáveis, temperatura do ar, radiação solar, velocidade do vento, umidade relativa do ar, pois esses índices são desenvolvidos a fim de relacionar as variáveis do ambiente e reunir, as diversas condições ambientais que proporcionam respostas iguais por parte dos indivíduos (Frota; Schiffer, 2001).

2.2.1. Temperatura do ar

A energia radiante que atinge a superfície terrestre será destinada a alguns processos físicos principais, e dentre esses um convecção está relacionado ao aquecimento do ar e outro, condução, ao aquecimento do solo, tais fatores tornam-se responsáveis pelas variações de temperatura nesses meios. A temperatura é um índice que expressa a quantidade de calor sensível de um corpo (PEREIRA,2007).

A temperatura do ar é um dos efeitos mais importantes da radiação solar. O aquecimento da atmosfera próxima à superfície terrestre ocorre principalmente por transporte de calor, a partir do aquecimento da superfície pelos raios solares. O transporte de calor sensível ocorre por dois processos:

- *Condução molecular*, que é processo lento de troca de calor sensível, pois se dá por contato direto entre “moléculas” de ar; logo, esse processo tem extensão espacial muito limitada, ficando restrito a uma fina camada de ar próxima à superfície aquecida (camada limite superficial) (PEREIRA,2007).
- *Difusão turbulenta*, que é processo mais rápido de troca de energia, pois parcelas de ar aquecidas pela superfície entram em movimento convectivo desordenado transportando calor, vapor d’água, partículas de poeira, para as camadas superiores (PEREIRA,2007).

De uma maneira geral, cada tipo de atividade necessita de exigências próprias quanto às variações da temperatura, requerendo uma faixa ótima, dentro da qual o crescimento e o desenvolvimento ocorrem normalmente. Essa faixa situa-se dentro de outra mais ampla, chamada faixa de tolerância, cujos limites superior e inferior são críticos.

A taxa de crescimento diminui, ou cessa por completo, em função do tempo de exposição e do afastamento em relação ao limite ótimo correspondente, refletindo-se na produção de biomassa. Uma exposição à temperatura maior que a máxima tolerável (crítica superior) ou menor que a mínima tolerável (crítica inferior) é muito prejudicial: os efeitos podem não ser reversíveis e, caso a exposição seja prolongada, pode levar o organismo à morte (VAREJÃO-SILVA,2006).

Quando a aclimação for impraticável e a lucratividade compensar o investimento, pode se dirigir para o controle artificial da temperatura, melhorando o nível de conforto térmico, quer utilizando sistemas arrefecimento ambiental, sendo explorando de forma inteligente os recursos naturais do meio provendo uma boa eficiência energética (VAREJÃO-SILVA,2006).

2.2.2. Umidade do Ar

A umidade relativa do ar, como o próprio nome diz, não é um valor absoluto, depende diretamente da quantidade de vapor contido numa parcela de ar e, da temperatura do ar. Conforme aumenta a umidade absoluta no interior da parcela de ar, a UR aumenta e, por outro lado, conforme aumenta a temperatura do ar, a UR diminui (PEREIRA,2007).

A existência de água na atmosfera e suas mudanças de fase desempenham papel importantíssimo em vários processos físicos naturais, como o transporte e a distribuição de calor na atmosfera, a evaporação e evapotranspiração, a absorção de diversos comprimentos de onda da radiação solar e terrestre, etc. A presença de vapor d'água na atmosfera é igualmente importante como condicionante de ocorrência e controle de pragas/moléstias vegetais e animais, e também como determinante da qualidade, do armazenamento, da conservação dos produtos agrícolas, bem como do conforto de ambiente (PEREIRA,2007).

O conhecimento da quantidade de vapor d'água existente no ar é essencial em vários outros ramos da atividade humana. Sabe-se, por exemplo, que a umidade ambiente é um dos fatores que condicionam o desenvolvimento

de muitos microorganismos patógenos que atacam as plantas cultivadas e a própria transpiração vegetal está intimamente relacionada com o teor de umidade do ar adjacente, a umidade no ambiente também condiciona o prolongamento da vida útil de frutos sejam climatéricas ou não. Por outro lado, um dos parâmetros utilizados para definir o grau de conforto ambiental para pessoas e animais é, também, a umidade atmosférica presente no local em questão (VAREJÃO-SILVA,2006).

O símbolo “ea” foi convencionado para representar a pressão exercida pela massa atual de vapor d'água existente na atmosfera. A pressão parcial de vapor (ea) varia desde zero, para o ar totalmente seco, até um valor máximo denominado de *pressão de saturação* de vapor d'água (es) (PEREIRA,2007).

Pela *Lei dos gases ideais*, verifica-se que em condição de pressão constante, o volume de uma massa de ar é diretamente proporcional à sua temperatura. Sendo assim, o volume de ar se contrai ou expande com a variação de T (temperatura do ar). Essa variação de volume impõe um limite à quantidade de vapor d'água que pode ser retida pelo volume (PEREIRA,2007).

Quanto maior T, maior essa quantidade. Logo, a quantidade máxima (saturante) de vapor d'água pode ser descrita por uma função da temperatura ambiente. A pressão exercida pelo teor saturante de vapor d'água é representada por “es”, e sua dependência da T pode ser descrita pela *equação de Tetens*, isto é,

$$e_s = 0,6108 \cdot 10^{\frac{7,5T_{AR}}{237,3+T_{AR}}} \quad (\text{kPa}) \quad (\text{eq} - 1)$$

em que TAR é a temperatura do ar, em °C, e “es” expressa em kPa.

A variável “ea”, aplicada ao vapor d'água no ar, representada da seguinte forma:

$$ea = (mv / Mv) R T, \quad (\text{eq} - 2)$$

A *umidade relativa* do ar (UR%) é definida pela razão entre a umidade atual e a umidade de saturação, que equivale à relação entre e_a e e_s , conforme mostrado abaixo:

$$UR\% = \frac{UA}{US} 100 = \frac{2168 e_a / T}{2168 e_s / T} 100 = \frac{e_a}{e_s} 100. \quad (\text{eq} - 3)$$

Desta forma a umidade relativa é calculada para ambientes no intuito de proporcionar condições adequadas, promovendo um conforto térmico seja para animais, seres humanos ou até as condições ideais de umidade para os frutos.

2.2.3. Carga Térmica Radiante (CTR)

Denomina-se radiação, ou energia radiante, toda a energia que se propaga sem necessidade da presença de um meio material. O termo radiação é igualmente aplicado para designar o próprio processo de transferência desse tipo de energia (VAREJÃO-SILVA,2006).

A verdadeira natureza da radiação ainda é objeto de permanente investigação científica no âmbito da Física Moderna. Dependendo da experiência que for conduzida, a energia radiante ora revela uma natureza corpuscular (fóton), ora se comporta como uma onda eletromagnética. Na escala subatômica as propriedades ondulatória e corpuscular coexistem e se completam (VAREJÃO-SILVA,2006).

No estudo da radiação é conveniente considerar como modelo um corpo absorvente perfeito, ou seja, que apresente $a_\lambda = 1$ para qualquer comprimento de onda. A este modelo, apenas conceitual (não existe na natureza), chama-se corpo negro(VAREJÃO-SILVA,2006).

Embora seja uma abstração física, o corpo negro tem uma importância fundamental pois, em algumas faixas da região infravermelha do espectro, muitos corpos reais atuam como se fossem um corpo negro. Então, o comportamento radiativo desses corpos pode ser simulado através do comportamento radiativo do corpo negro, que é conhecido (VAREJÃO-SILVA,2006).

Podemos idealizar o comportamento de um corpo negro imaginando-se uma cavidade de paredes adiabáticas (não se deixam atravessar pelo calor) e superfície interna bastante rugosa, colocada em um ambiente onde se fez vácuo. Essa cavidade dispõe de um pequeno orifício, através do qual um certo fluxo de radiação de comprimento de onda apropriado penetra na cavidade. Em seu interior, a radiação incidente sofre um número de reflexões tão grande que termina sendo totalmente absorvida pelas paredes. Mantendo-se contínuo o fluxo radiativo, a absorção resultante provocaria o gradual aquecimento das paredes da cavidade que, por serem adiabáticas, não permitiriam nenhuma troca de calor com o ambiente. Tenderia a ocorrer uma situação em que as próprias paredes da cavidade, devido ao aquecimento crescente, passariam a emitir radiação de mesmo comprimento que a incidente. Algum tempo depois seria atingido um regime permanente, quando o orifício iria deixar-se atravessar por um fluxo de radiação emergente (provocado pela irradiância das paredes internas), exatamente igual ao incidente e de mesmo comprimento de onda. Em relação ao ambiente, o orifício atuaria como se fosse um corpo negro (agindo como absorvente perfeito e, simultaneamente, como um perfeito emissor), em relação à energia eletromagnética do comprimento de onda selecionado (VAREJÃO-SILVA,2006).

A carga térmica radiante é a radiação total recolhida por um corpo de todo espaço circundante a ele diferente da radiação líquida. Amplamente difundido na comunidade científica, o Cálculo da carga térmica radiante (CTR) é subsidio para estabelecer um faixa ideal para emissão de radiação em um ambiente, e pode ser diagnosticado tal fenômeno natural através dos globos negros com sensores que mensuram temperatura, é chamado de temperatura de globo (TGN), para o cálculo da CTR.

2.2.4. Entalpia

A entalpia é a variável física que indica a quantidade de energia (expressa em kJ kg^{-1} de ar seco), contida em uma mistura de vapor d'água. Portanto, na mudança de temperatura para umidade relativa constante, ou vice-versa, há alteração da energia envolvida no processo, afetando a troca térmica. A entalpia é considerada por Rodrigues et al. (2010), a melhor forma

de se avaliar o nível de conforto térmico, pois quantifica a energia do ar, que é a combinação entre as condições de temperatura e umidade relativa.

A Entalpia (H) na análise térmica de alguns processos específicos, frequentemente encontramos certas combinações de propriedades termodinâmicas. Uma dessas combinações ocorre quando temos um processo a pressão constante, resultando sempre uma combinação umidade mais a pressão e volume (U + PV). Assim considerou-se conveniente definir uma nova propriedade termodinâmica chamada “ENTALPIA”, representada pela letra H, matematicamente; $H = U + P V$ ou a entalpia específica, $h = u + P v$.

Sendo umidade (U) a Energia Interna que é a energia possuída pela matéria devido ao movimento e/ou forças intermoleculares. Esta forma de energia pode ser decomposta em duas partes: a - Energia cinética interna, a qual é devida à velocidade das moléculas e, b - Energia potencial interna, a qual é devida às forças de atração que existem entre as moléculas. As mudanças na velocidade das moléculas são identificadas macroscopicamente pela alteração da temperatura da substância (sistema), enquanto que as variações na posição são identificadas pela mudança de fase da substância (sólido, líquido ou vapor) Segundo Rodrigues et al. (2010), a condição considerando temperatura, umidade relativa e pressão barométrica local desenvolvida originalmente por Albright (1990), determinam os valores de entalpia, apresenta melhores resultados por não ser limitada a um determinado tipo de ambiente podendo ser usada para qualquer corpo físico.

2.3 Métodos para avaliação do ambiente térmico

A abordagem ao estudo microclimático em edifícios tem sofrido grande evolução, tendo seus paradigmas sofrido alterações significativas. Durante muitos anos a principal preocupação climática esteve ligada ao conforto térmico dos visitantes. Sendo assim, o paradigma começou a sofrer alterações dos valores fossem redirecionados para as necessidades de conservação dos materiais, com estudos laboratoriais que avançam para valores ideais de temperatura e umidade relativa para uma correta conservação de cada material (CORGNATI; FILIPPI, 2010).

Durante a última década essas duas abordagens foram abandonadas, principalmente para edifícios de elevada inércia térmica que mantêm um clima histórico, sem exposições temporárias e sem a presença de sistemas de climatização. É possível observar que, para o primeiro caso, ao dar prevalência às necessidades humanas, podem-se criar condições adversas para os materiais e procedimentos, visto que as necessidades de conforto térmico podem não ser as mesmas que garantam a conservação da qualidade dos diversos processos inclusive a produção de carnes e frutas. O segundo redireciona a preocupação para os materiais, mas continua a ter lacunas graves, uma vez que os valores definidos são alcançados em laboratório e em materiais específicos, o que não recria as condições às quais os materiais possam ter se adaptado ao longo de sua vida, da mesma forma que não leva em conta o fato de alguns materiais poderem ser constituídos por camadas diferentes, com coeficientes de dilatação e tempos de relaxamento diferentes (BRATASZ, 2013).

As instalações recebem a ação direta do clima tais como: insolação, temperatura, ventos, chuva, umidade do ar, devem, por isso, ser construídas com a finalidade principal de diminuir essas influências que podem agir negativamente no ambiente promovendo um microclima desagradável dentro das instalações. O microclima está diretamente relacionado à escala da edificação e de seu entorno imediato, sendo influenciado pelas consequências das outras escalas climáticas e também pela interferência direta na propriedade onde se encontra a edificação (LAMBERTS, 2005).

Desta forma a disponibilidade de energia em uma região, a temperatura ar, umidade do ar, velocidade vento, a orientação da instalação repercuti de forma direta no tipo de material a ser utilizado em ambientes principalmente quando necessita de altos índices de desempenho. Ao nível do edifício, os fatores que interferem na modificação das condições térmicas do ambiente são: as paredes, altura do pé direito, piso e principalmente o material de cobertura, que recebe toda a radiação solar incidente e é o maior responsável pelo microclima gerado dentro do edifício (GHELFI, 1991).

A energia radiante é transmitida da superfície quente para ruas a fria por meio de ondas eletromagnéticas que, ao atingirem a superfície fria, transformam-se em calor desta forma a mesma é emitida continuamente por

todos os corpos que estão a uma temperatura superior a zero absoluto. Contudo se a temperatura das paredes de um ambiente for inferior à da pele de um homem, este perderá calor por radiação. Se as paredes estiverem mais quentes que a pele, a temperatura do corpo aumentará por efeito da radiação (RUAS, 2010).

Os benefícios atribuídos ao uso dos condicionantes naturais foram valorizados como estratégias para reduzir o consumo de energia e melhorar as condições térmicas do ambiente, especialmente a partir da crise energética mundial da década de 70 do século XX (SORMAN; GIAMPIETRO, 2013). Destaca-se que a ventilação natural, desde a antiguidade, é uma técnica conhecida para o controle do conforto térmico dos ambientes (KIM; PARK, 2010).

As pesquisas em ambientes ventilados naturalmente têm sido intensificadas, demonstrando preocupação, principalmente em regiões de clima tropical, para edificações que maximizem o uso da ventilação natural como condicionante térmico passivo (SANTO; ALVAREZ; NICO-RODRIGUES, 2013).

Segundo Jonsson e Roos (2010), de toda a energia primária consumida no mundo, 30% a 40% são usados nos edifícios, observando-se que o setor da construção é o que oferece maior potencial para a melhoria da eficiência energética. As janelas, como componentes da edificação, representam em muitos casos a parte da edificação que possui menor isolamento térmico da envoltória e, portanto, são elementos chave para o alcance do menor consumo de energia em edifícios, sendo também as responsáveis por grande parte das perdas e ganhos de calor no ambiente.

Para ambientes condicionados artificialmente, existem duas referências: a Instalações centrais de ar-condicionado para conforto - Parâmetros básicos de projeto NBR 6401 (ABNT, 1980) e a Orientação Técnica sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior (ANVISA, 2003). Em ambos os casos, os intervalos recomendados para temperatura de bulbo seco (TBS) e umidade relativa do ar (UR) são: TBS = 23 - 26°C e UR = 40 - 65%; TBS_{max} = 26,5 - 27 °C e UR_{max} = 65%; TBS_{max} = 28 °C e UR = 70% (para áreas de acesso). Considerando a velocidade do ar a 1,5m (va.1,5m) de 0,025 a 0,25 m/s.

Quanto a cobertura, o telhado é o elemento construtivo mais importante de uma edificação, e tal fato deve-se à grande área de interceptação de

radiação e que, em regiões tropicais, a escolha adequada da telha torna-se fator principal para o conforto térmico.

2.3.1. Termografia por infravermelho

A termografia por infravermelho é definida como uma técnica de avaliação que detecta a radiação e possibilita a medição de temperaturas e a observação de padrões de distribuição de calor por imagem. Esta técnica pode ser utilizada em situações onde a variação de temperatura superficial indica alguma condição atípica em um sistema qualquer desenvolvendo um mapa térmico no campo de visão do fotografo (Cerdeira et al., 2011).

O processo de transferência de calor sempre ocorre quando existe uma diferença de temperatura entre corpos ou entre um corpo e o ambiente pelos mecanismos de radiação, condução e convecção. O método termográfico está relacionado apenas à radiação, onde os sensores termográficos trabalham na faixa da região infravermelha do espectro eletromagnético (Jarreta Neto, 2009).

O sensor da câmara termográfica converte a radiação captada em pulsos elétricos, os quais são amplificados e convertidos em sinais digitais. Estes sinais são visualizados como imagens coloridas, em uma escala de cinza ou em cores correspondente a temperatura do objeto. Em seguida, as mesmas imagens podem ser analisadas por softwares específicos disponíveis pelos próprios fabricantes (Sanches, 2009).

A termografia por infravermelho apresenta como principais vantagens à rapidez de inspeção, a possibilidade de interpretação das imagens em tempo real e o fato da técnica ser não destrutiva. Entre as desvantagens do método pode-se citar a necessidade dos componentes inspecionados possuírem pequena espessura e o custo relativamente alto para aquisição dos equipamentos (Tarpani et al., 2009).

Abreu et. al., (2011) realizaram imagens termográficas da superfície de telhas, para avaliar sua temperatura superficial, interna e externa. Os autores concluíram que a temperatura das telhas não foi alterada pela forma ondulada ou plana; a telha de barro colonial apresentou maior temperatura da superfície

inferior e as telhas onduladas cinza, plana cinza e amianto, apresentaram maiores temperaturas médias na superfície superior.

Pesquisa desenvolvida por Fiorelli et. al. (2012), avaliou-se o ambiente térmico no interior de abrigos individuais para bezerros, expostos ao sol e à sombra, cobertos com telha de fibrocimento sem amianto, utilizando termografia infravermelho e índices de conforto térmico. Os autores constataram que o uso do processamento de imagens termográficas infravermelhas revelou-se uma ferramenta facilitadora da identificação de diferenças significativas de temperatura de superfície de cobertura do bezerreiro exposto à sombra em comparação àqueles expostos ao sol.

Estudos desenvolvidos em *packing house* por Vasconcelos et. al. (2015), avaliaram ambiente térmico na câmara fria, observaram temperaturas de $-0,5^{\circ}$ a $5,7^{\circ}$ C com o uso de termografia infravermelha coletado em três horários do dia, os pontos de temperaturas mais elevadas foram na porta e em uma parede que sofria radiação e a mesma transferia energia térmica para dentro da câmara.

2.3.2 Material de Cobertura

O telhado é uma das estratégias para o aumento da refletância térmica (também chamado albedo) (Synnefa 2011; Papakatsikas 2011; Carlson 2010), modificando as propriedades térmicas (Santamouris 2012; Wanphen 2009; Scholz 2007). Muitos pesquisadores estão realizando estudos sobre Telhado ideal e/ou tecnologias interessantes para coberturas, avaliando os efeitos destas tecnologias sobre mitigação do efeito de ilha de calor, melhorando a qualidade do ar, melhorando a troca térmica ambiente e conforto térmico, e reduzindo no edifício o arrefecimento e uso de energia.

As propriedades térmicas são fundamentais parâmetros que influenciam a distribuição e variação de cobertura e outras temperaturas de material de construção e, conseqüentemente, afeta o desempenho térmico do ambiente construído. Estas propriedades são necessárias como insumos para compreender, avaliar e modelar o comportamento térmico e conseqüentes impactos ambientais de telhados de edifícios (SILVA, 2015).

Vários estudos estão sendo desenvolvidos na área agrícola para quantificar o tipo de material de cobertura que proporciona condições térmicas mais adequadas as atividades agrícolas.

Trabalho desenvolvido por Silva et.al.(2015), empregaram diferentes materiais de cobertura em modelos em escala reduzida. Utilizaram seis tipos diferente de coberturas: (A) Telhas de fibrocimento e forro montado a partir de embalagens Tetra Pak-® com a face aluminizada voltada para cima – TFCFE b; (B) Telhas de alumínio – TA; (C) Telhas cerâmicas tipo romana – TC; (D) Telhas de fibrocimento e subcobertura montada a partir de embalagens Tetra Pak-® com a face aluminizada voltada para cima - TFCSE; (E) Telhas recicladas à base de embalagens Tetra Pak-® - TR; (F) Telhas de fibrocimento – TFC. Como resultado mensurados de carga térmica radiante apresentou o melhor valor foi a (E) $486,64 \text{ W m}^{-2}$. Observou-se na análise estatística que os tratamentos TR, TFCFE, TA,TC houve diferença estatística entre relação ao TFCSE, TFC a 5% de erro.

Pesquisa realizada por Barnabe et.al. (2015), em uma fazenda de produção de leite localizada estado de Pernambuco, com três tipos de cobertura para os abrigos individuais de bezerros: palha de palmeira *Syagrus olearacea* , telha reciclada de 4 mm de espessura composta por 75% de polietileno e 25% de alumínio e telha de fibrocimento de 4 mm de espessura. Demonstraram que a carga térmica radiante (CTR) e entalpia (h) para os abrigos obtiveram valores para o fibrocimento, $59,6 \text{ kJ kg}^{-1}$ e $455,4 \text{ w m}^{-2}$, palha $59,7 \text{ kJ kg}^{-1}$ e $449,5 \text{ w m}^{-2}$ e reciclada $59,3 \text{ kJ kg}^{-1}$ e $444,8 \text{ w m}^{-2}$. Na avaliação da CTR verificou-se que todos os tratamentos apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), em que o abrigo coberto com telha reciclada apresentou melhor desempenho e o de telha de fibrocimento o pior. A variável entalpia apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) no interior dos abrigos.

A melhor resposta térmica obtida foi pela telha reciclada às 14 h que foi justificada pelas propriedades físicas dos materiais (alumínio e polímeros) uma vez que, de acordo com Michels et al. (2008), os polímeros dispõem de boa resistência térmica o que dificulta a passagem de calor; o alumínio é um material comumente utilizado como isolante térmico reflexivo devido à sua baixa emissividade e alta refletividade, o que reduz a emissão da radiação de

onda longa para o interior da instalação; desta forma, os ganhos térmicos no verão e as perdas de calor no inverno, são reduzidos.

As telhas mais utilizadas nas instalações são constituídas de fibrocimento e cerâmica. As telhas de fibrocimento geralmente são utilizadas por possuir um custo menor em relação às telhas cerâmicas, porém possuem um pior desempenho térmico. De acordo com Michels et al. (2008), as telhas de fibrocimento apresentam propriedades térmicas piores em relação às de cerâmica devido à sua composição e características.

Trabalho desenvolvido por Camerini et al. (2009) realizaram um experimento em modelos reduzidos, utilizando resíduos de EVA (Etileno-Acetato de Vinila) como isolante térmico. O conforto térmico foi avaliado por meio do Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), Carga Térmica Radiação (CTR). Sendo assim, dois modelos foram construídos com telha de alumínio, com e sem o forro de resíduo de EVA, e avaliados durante o inverno e verão. Os modelos reduzidos com utilização do resíduo de EVA possibilitaram redução nos valores dos índices avaliados, assim, conclui-se que a utilização do forro proporcionou melhor ambiente térmico no interior do modelo reduzido.

De acordo com Michels et al. (2008), as telhas cerâmicas apresentam melhor desempenho térmico em relação às de fibrocimento devido a sua capacidade de absorção de água. Uma vez que, durante a noite, como a temperatura superficial da telha é menor que a do ar, uma quantidade de água pode condensar e ser absorvida pela telha. Dessa maneira, parte da radiação incidente durante o dia é gasta no processo de evaporação da água absorvida.

Trabalhos desenvolvidos por Armelin; Cherry (2004) estudaram a influência da adoção do sistema que utiliza uma manta de subcobertura de base de alumínio instalada entre as telhas de cobertura e a estrutura. Foram analisadas instalações, com e sem barreira de radiação, com diferentes níveis de ventilação, e com diferentes cores e tipos de telhas. Sendo assim os pesquisadores concluem que: há uma redução do fluxo de calor de aproximadamente 80%, quando se utiliza cobertura com barreira e ventilação.

A camada de ar que é formada entre o telhado e o forro possui baixa condutividade térmica e baixo coeficiente de absorção da radiação, tornando-o um elemento muito resistente à passagem de calor (Cavalcanti, 2009).

No que se refere a isolamento térmico de uma cobertura, é necessário utilizar materiais conhecidos como isolantes “resistivos”, que reduzem a transferência de calor por condução (VITTORINO et al., 2003). O material ideal também deve possuir baixo coeficiente de absorção, baixa condutividade térmica, baixa difusividade térmica e maior retardo térmico (TONOLI et al., 2011). Portanto, é importante avaliar o comportamento térmico dos materiais e componentes construtivos, em relação à transferência de calor, para facilitar o controle do microclima interno da instalação.

2.3.3. Alvenaria

Os Blocos ou tijolos cerâmicos são comumente utilizados em edificações tanto no Brasil quanto em Portugal. Cada um dos países define seus padrões próprios em dimensão, massa, resistência, por meio de suas normas, regulamentos e especificações próprias. Devido às diferenças nas definições de bloco e tijolo entre os dois países, neste trabalho, o uso da palavra “bloco” será referente ao utilizado no Brasil e de “tijolo”, referente a Portugal (NETO, 2010).

No Brasil, o uso do tijolo cerâmico também é bastante comum e antigo. Em 1940, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) aprovou normas especificando a produção do tijolo de barro cozido maciço com comprimento de 22,0 cm, largura de 11,0 cm e altura de 5,5 cm. Posteriormente, surgiu o tijolo furado de 20,0 cm x 20,0 cm. O bloco de concreto de 20,0 cm x 40,0 cm veio logo na sequência (ABCI, 1990).

O projeto de edificações energeticamente eficientes necessita de conhecimentos sobre a transferência de calor do ambiente externo para o interior das edificações, a fim de criar soluções que associem diferentes materiais e dimensões de camadas às condições desejadas de conforto térmico. A produção desse conhecimento via construção de protótipos, além de honerosa, apresenta dificuldades com relação à variação dos materiais e dimensões das camadas. A pesquisa com modelagem matemática é uma alternativa que tem se mostrado eficiente, ágil e barata (SPECHT, 2010).

É prática comum na engenharia adotar soluções construtivas de menor custo econômico possível e de baixo investimento inicial. Na maioria das vezes, essas soluções geram construções de baixa qualidade energética, prejudicando o meio ambiente, além do que, no longo prazo, tornam-se mais honerosas do que soluções que levam em consideração outras variáveis, além da econômica (SPECHT, 2010).

O setor da construção é um dos maiores setores de utilização final de energia, representando uma proporção maior do consumo total de energia. Por exemplo, em 2004 o sector da construção representaram 40%, 39% e 37% do total de energia nos EUA, Reino Unido e ao Parlamento Europeu União Perez- (Lombard et.al.,(2008); Fiaschi et.al., (2012)) .Na China, as ações de construção representaram cerca de 24,1% em 1996 do uso total de energia nacional, subindo para 27,5% em 2001, e deverá aumentar para cerca de 35% em 2020 (Yao et.al.(2005); Wang et.al., (2011))

Em detrimento disto, há uma preocupação levando a uma série de estudos realizados em todo o mundo para melhorar a construção e a eficiência energética nos projetos e construção de envelopes de construção, por exemplo, isolamento térmico e revestimentos anti-reflexo (Bojic et.al. (2002); Ascione et.al. (2013)) , a sensibilidade e otimização (Lam et.al., (2002) ; Ochoa et.al., (2012)), técnica e análise econômica de medidas de eficiência energética para a renovação de edifícios existentes (Weir et.al.(1998); Huang et.al. (2013) ; e o controle de aquecimento, ventilação e ar condicionado e instalações de iluminação sistemas (Siroky et.al.(2011) ; Goyal et.al. (2013)). Uma proporção significativa do aumento de energia utilização era devido à propagação das instalações de climatização, em resposta a crescente demanda por melhor conforto térmico dentro da ambiente construído

O trabalho realizado por Specht et.al.,(2010), foi utilizado 7 configurações de paredes diferentes para avaliar o conforto térmico do ambiente e menor custo por m², foram dispostos 5 sensores em diferentes alturas para aferição de temperatura. Sendo assim a parede 1 consiste em uma parede alvenaria de tijolo maciço cerâmico com 13 cm de largura com uma lateral revestida por argamassa de revestimento; Na parede 2 parede de 15 cm largura com tijolo maciço cerâmico e argamassa de revestimento em ambos os lados; Na parede 3, tijolo cerâmico maciço com largura de 28 cm e argamassa

de revestimento em ambos os lados. Na parede 4 com largura total de 33 cm , parede na direção esquerda para direita possui respectivamente argamassa de revestimento poliestireno expandido , tijolo cerâmico e argamassa de revestimento, Na parede 5 com largura total de 33 cm , parede na direção esquerda para direita possui respectivamente argamassa de revestimento , tijolo cerâmico ,poliestireno expandido argamassa de revestimento. Na parede 6 com largura total de 33,5cm, parede na direção esquerda para direita possui respectivamente argamassa de revestimento, tijolo cerâmico, poliestireno expandido, tijolo cerâmico e argamassa de revestimento. Na parede 7 com largura total de 21,5 cm, parede na direção esquerda para direita possui respectivamente argamassa de revestimento, tijolo na posição vertical, argamassa de assentamento, tijolo na posição horizontal e argamassa de revestimento.

As análises foram submetidas a dois índices que foram o custo total em R\$/m² e relação termoeconômica por metro quadrado (E). A melhor relação termoeconômica foi a Parede 4 com melhor desempenho térmico, apesar de apresentar o maior custo total. O baixo E é justificado por esta apresentar o isolamento térmico pelo exterior, impedindo a entrada de calor (SPECHT et.al.,2010).

2.3.4. Certificações dos *Packing Houses*

As *packing houses* possuem selos que ditam padrões aos quais as uvas precisam estar de acordo, sendo assim algumas certificações são essenciais para que o produtor consiga vender seu produto com qualidade. Com estes requisitos algumas certificações obrigam o uso de paredes laváveis, uso de películas de segurança quando algum setor do *packing* é envidraçado, além de todo o mercado se tornar cada vez mais competitivo em termos de qualidade e rastreabilidade de seu produto.

As economias mais fortes estão tornando-se cada vez mais rigorosas quanto à importação de frutos. As medidas adotadas têm como objetivos a proteção de seus mercados e a segurança de seus consumidores. Não existem apelos que ganhem mais atenção e justificativa pública que aqueles

correlacionados ao perigo à saúde pública de uma determinada nação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

No que diz respeito aos produtores, observa-se uma crescente dificuldade para se adequarem aos padrões de qualidade e regulamentos impostos pelos países importadores. (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Para atender aos requisitos internos e, principalmente, aos externos, as empresas nacionais do setor de frutos têm intensificado os esforços no sentido de certificar seus produtos. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os principais padrões e certificados exigidos pelos diferentes mercados são:

- Produção Integrada de Frutas (PIF) – esse modelo de certificação é genuinamente nacional, encontrando-se atualmente sob responsabilidade do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). O sistema objetiva a produção de alimentos de alta qualidade, obtida principalmente mediante o uso de técnicas que reduzam os impactos ambientais. Este programa já se encontra desenvolvido para as principais frutas comerciais, constituindo-se em um procedimento importante para atender às exigências do mercado internacional;
- EUREPGAP – Criada em 1999 e elaborada por um grupo de empresas varejistas (Euro Retailer Produce Working Group - Eurep). Esse selo visa atender os padrões das chamadas “Boas Práticas Agrícolas” (Good Agricultural Practice - GAP). O principal objetivo desse certificado é o de desenvolver padrões e procedimentos largamente aceitos, com base nos princípios das Boas Práticas Agrícolas (BPF). O EUREPGAP refere-se exclusivamente às atividades de produção agrícola, não envolvendo, portanto, as atividades de preparação das frutas para exportação.
- A certificação GLOBALGAP é feita por mais de 100 organizações independentes. O esquema é aberto para todos os produtores no mundo inteiro, incluindo inspeções anuais dos produtores assim como inspeções adicionais não anunciadas. A GLOBALGAP consiste num conjunto de documentos normativos, que incluem o Regulamento Geral GLOBALGAP, o documento GLOBALGAP Pontos de Controle e Critérios de Cumprimento e a "Checklist" (lista de verificação) GLOBALGAP.

A norma GLOBALGAP está sujeita a uma revisão tri-anual no quadro do ciclo de melhoria contínua que leva em consideração o desenvolvimento tecnológico e dos mercados.

Para a autorização de destes selos, são observados as condições e materiais de construção de uma *packing house* como exemplo as paredes devem ser laváveis e possuir condições adequadas para a ambientação das frutas e hortaliças que na sua grande maioria é exportada através destes selos de qualidade.

2.3.5. Uso da Geoestatística para a espacialização do ambiente térmico

A *geoestatística* é uma ferramenta bastante utilizada na agricultura de precisão para detalhar a variabilidade espacial dos atributos da fertilidade do solo, meio físico de um sistema, dentre outros (LAMPARELLI et al., 2001). É mais comumente usada para identificar e mapear padrões espaciais da superfície terrestre. Pode ser usada para determinar se existe autocorrelação espacial entre dados de pontos exemplo dados meteorológicos e georreferenciados. Para isso, a função mais comum utilizada é o *(semi)variograma* (ISAAKS, 1989).

O variograma é uma ferramenta básica de suporte às técnicas de krigagem, que permite representar quantitativamente a variação de um fenômeno regionalizado no espaço (ISAAKS, 1989).. Considerando duas variáveis regionalizadas, X e Y (no plano cartesiano) , onde $X = Z(x)$ e $Y = Z(x+h)$. Neste caso, referem-se a mesma variável medido em duas posições diferentes, conforme ilustra a Figura 1, onde

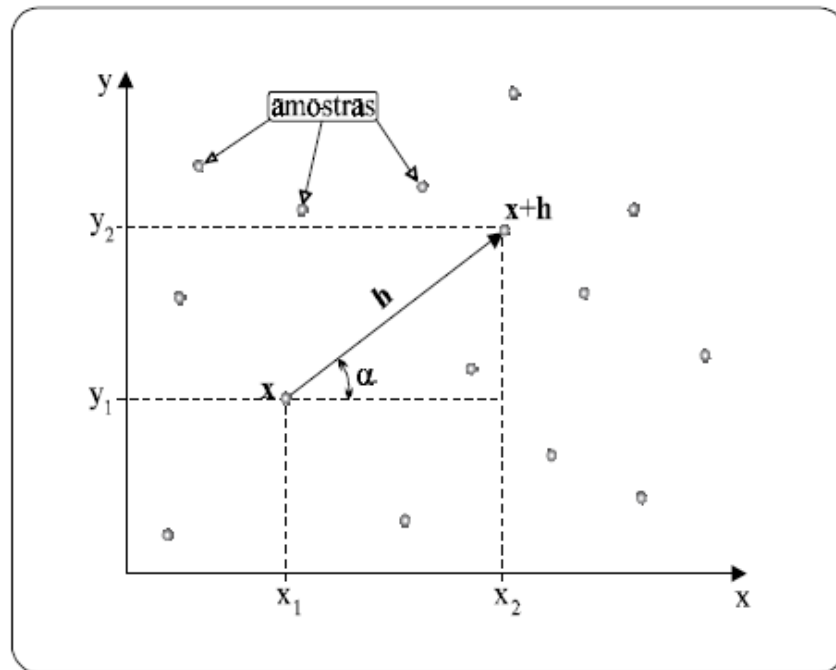


Figura 1- Amostragem em duas dimensões

Onde \mathbf{x} denota uma posição em duas dimensões, com componentes (x_i, y_i) , e \mathbf{h} um vetor distância (módulo e direção) que separa os pontos. O nível de dependência entre essas duas variáveis regionalizadas, X e Y , é representado pelo variograma, $2g(\mathbf{h})$, o qual é definido como a esperança matemática do quadrado da diferença entre os valores de pontos no espaço, separados pelo vetor distância \mathbf{h} , isto é,

$$2\gamma(\mathbf{h}) = E\{[Z(\mathbf{x}) - Z(\mathbf{x} + \mathbf{h})]^2\} = \text{Var}[Z(\mathbf{x}) - Z(\mathbf{x} + \mathbf{h})]. \quad (\text{eq} - 4)$$

Através de uma amostra $z(\mathbf{x}_i)$, $i=1, 2, \dots, n$, o variograma pode ser estimado por

$$2\hat{\gamma}(\mathbf{h}) = \frac{1}{N(\mathbf{h})} \sum_{i=1}^{N(\mathbf{h})} [z(\mathbf{x}_i) - z(\mathbf{x}_i + \mathbf{h})]^2 \quad (\text{eq} - 5)$$

onde:

- $2\hat{\gamma}(\mathbf{h})$ - é o variograma estimado;
- $N(\mathbf{h})$ - é o número de pares de valores medidos, $z(\mathbf{x}_i)$ e $z(\mathbf{x}_i + \mathbf{h})$, separados por um vetor distância \mathbf{h} ;

· $z(x_i)$ e $z(x_i+h)$, - são valores da i -ésima observação da variável regionalizada, coletados nos pontos x_i e x_i+h ($i = 1, \dots, n$), separados pelo vetor h .

2.3.5.1. PARÂMETROS DO SEMIVARIOGRAMA

A Figura 2 ilustra um semivariograma experimental com características muito próximas do ideal. O seu padrão representa o que, intuitivamente, se espera de dados de campo, isto é, que as diferenças $\{Z(x_i) - Z(x_i + h)\}$ decresçam à medida que h , a distância que os separa decresce. É esperado que observações mais próximas geograficamente tenham um comportamento mais semelhante entre si do que aquelas separadas por maiores distâncias. Desta maneira, é esperado que $g(h)$ aumente com a distância h .

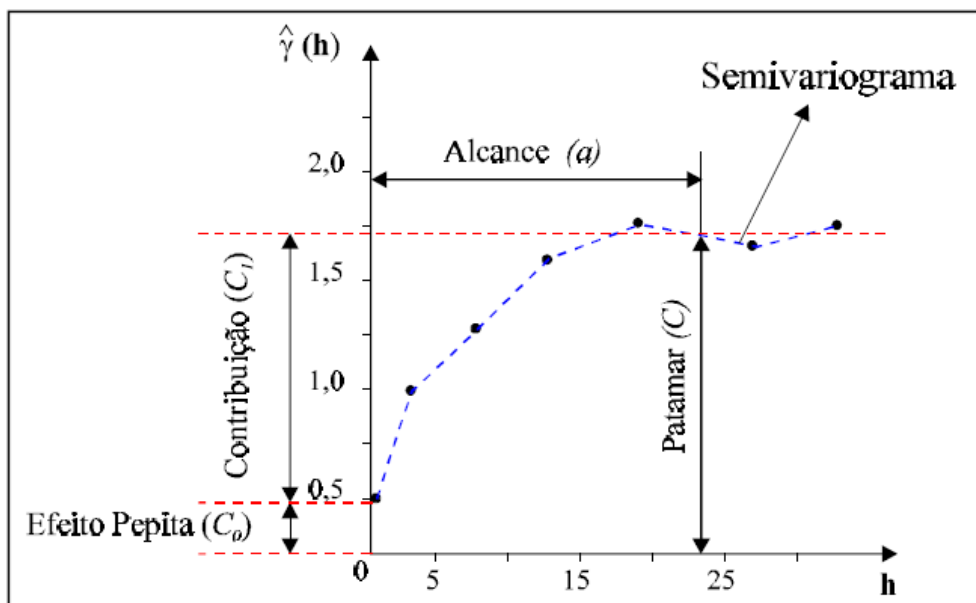


Figura 2- Exemplo de Semivariograma Isaaks e Srivastava (1989)

Os parâmetros do semivariograma podem ser observados diretamente da Figura

2 :

· *Alcance (a)*: distância dentro da qual as amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente. Na Figura 2 o alcance ocorre próximo de 25m.

- *Patamar (C)*: é o valor do semivariograma correspondente a seu *alcance (a)*. Deste ponto em diante, considera-se que não existe mais dependência espacial

entre as amostras, porque a variância da diferença entre pares de amostras ($\text{Var}[Z(\mathbf{x}) - Z(\mathbf{x}+\mathbf{h})]$) torna-se invariante com a distância.

- *Efeito Pepita (C0)*: idealmente, $\gamma(\mathbf{0})=0$. Entretanto, na prática, à medida que \mathbf{h} tende para 0 (zero), $\gamma(\mathbf{h})$ se aproxima de um valor positivo chamado *Efeito Pepita (C0)*, que revela a descontinuidade do semivariograma para distâncias menores do que a menor distância entre as amostras. Parte desta descontinuidade pode ser também devida a erros de medição (ISAAKS, 1989), mas é impossível quantificar se a maior contribuição provém dos erros de medição ou da variabilidade de pequena escala não captada pela amostragem.

- *Contribuição (C1)*: é a diferença entre o patamar (C) e o Efeito Pepita (C0).

Conhecido o (semi)variograma da variável, e havendo dependência espacial entre as amostras, podem-se interpolar valores em qualquer posição no campo de estudo, sem tendência e com variância mínima (VIEIRA, 2000). Para se obter esse maior detalhamento da área em estudo é necessária a aplicação da krigagem (MEDEIROS,2012)

O conhecimento da variabilidade espacial de atributos meteorológicos e a construção de mapas de krigagem podem auxiliar na adequação de instalações agrícolas.

2.3.5.2. Análise de Interpoladores

A Geoestatística inclui uma grande variedade de técnicas de estimação, como Inverso do Quadrado da Distância (IDW), análise do vizinho mais próximo (*nearest neighbor*), e krigagem linear e não-linear. É mais comumente usada para identificar e mapear padrões espaciais da superfície terrestre. Pode ser usada para determinar se existe autocorrelação espacial entre dados de pontos exemplo dados meteorológicos e georreferenciados (ISAAKS, 1989).

O nome Krigagem foi dado em homenagem ao engenheiro de minas sul-africano Krige. A krigagem é uma técnica usada na geoestatística com o

objetivo de estimar valores de variáveis para locais onde as mesmas não foram medidas a partir de valores adjacentes interdependentes (MEDEIROS, 2012).

A *Krigagem* é considerada uma boa metodologia de interpolação de dados. Ela utiliza o dado tabular e sua posição geográfica para calcular as interpolações. Utilizando o princípio da Primeira Lei de Geografia de Tobler, que diz que unidades de análise mais próximas entre si são mais parecidas do que unidades mais afastadas, a krigagem utiliza funções matemáticas para acrescentar pesos maiores nas posições mais próximas aos pontos amostrais e pesos menores nas posições mais distantes, e criar assim os novos pontos interpolados com base nessas combinações lineares de dados (LEMBO, 2002).

A krigagem é o método de interpolação em geoestatística, Na maioria das vezes, o interesse da análise geoestatística não se limita à obtenção de um modelo de dependência espacial, desejando também predizer valores em pontos não amostrados. O interesse pode ser em um ou mais pontos específicos da área ou obter uma malha de pontos interpolados que permitam visualizar o comportamento da variável na região através de um mapa de isolinhas ou de superfície (MEDEIROS, 2012).

O procedimento da Krigagem consiste em coletar de dados que estão disponíveis na forma de amostras pontuais, e para utilizá-los de forma efetiva em um ambiente de Geoprocessamento, necessitamos de um procedimento de interpolação, gerando uma representação na forma de grade regular, como ilustrado na figura 3 (CAMARGO, et al., 2011).

As amostras coletadas em um plano cartesiano de distância conhecida, são valores representativos do fenômeno estudado, usualmente obtidas a partir de levantamento de campo, e que apresentam consistência de metodologia e unidade. Essas amostras podem representar tanto variáveis naturais como os diversos ambientes, como as socioeconômicas (CAMARGO, et al., 2011).

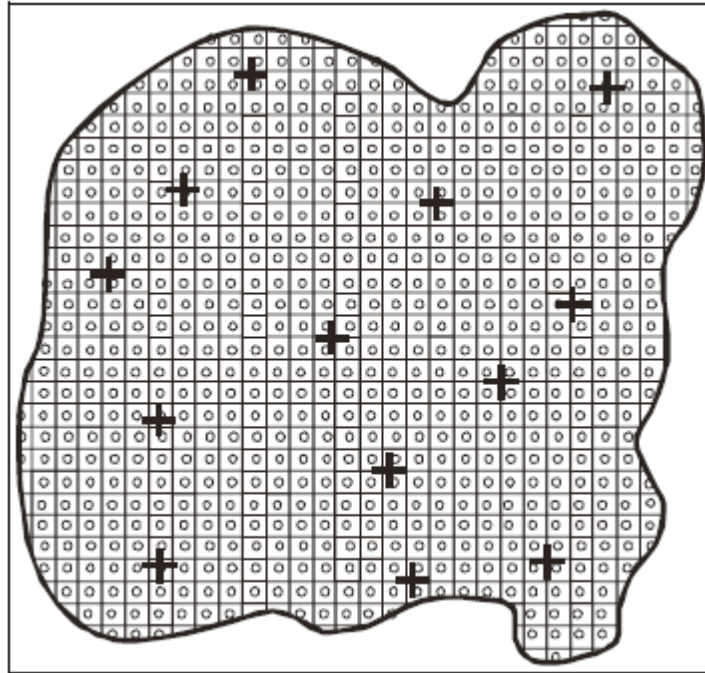


Figura 3- Ilustração do processo de interpolação: amostras (cruzes) e aproximação da superfície por uma grade regular (círculos).

A krigagem é método de estimativa amplamente utilizada em ambientes rurais, onde usa a técnica de interpolação de dados coletados a depender de uma escala a ser estabelecida. Trata-se de um processo de estimativa por médias móveis de valores de variáveis, distribuídas no espaço a partir de valores adjacentes considerados interdependentes por uma função denominada variograma (LOURENÇO; LANDIM, 2005). Dentre os vários tipos de krigagem, a ordinária tem sido a mais indicada na aplicação em análises com dados físico-químicos obtidos de sedimentos.

3. Objetivo Geral

Avaliar o microclima interno das instalações de *packing houses* de uva no Vale do Submédio São Francisco.

3.1. Objetivo Especifico

Caracterizar o microclima interno do setor de seleção de *packing houses* de uva de produtores de porte pequeno, médio e grande localizadas no Vale do Submédio São Francisco, medindo dados Temperatura do ar (Tar) e UR (Umidade Relativa) sendo calculados a CTR (Carga Térmica Radiante) e Entalpia ,correlacionando com as características construtivas;

4. Materiais e Métodos

A metodologia consistiu em selecionar três *packing houses* de portes diferentes (DELEO, 2012), para o conhecimento da demanda produtiva máxima atendida pelas *packing houses* em função do seu dimensionamento, para a identificação dos principais problemas enfrentados na pós-colheita, e para a identificação das tecnologias utilizadas na climatização e/ou modificação da atmosfera natural.

A pesquisa foi desenvolvida em três *packing houses* na região do vale do São Francisco onde situa-se dois *packing houses* no município de Petrolina Pe e um em Juazeiro BA. A fazenda Salva Terra (figura 4) localizada no projeto Nilo coelho (N8) no município de Petrolina nas coordenadas 9° 17' 31,5" Latitude Sul ; 40° 28' 57,8" Longitude Oeste, caracterizado como de pequeno porte com seis hectares de área plantada. Frutos do Sol localizada no projeto Nilo coelho (N5) nas coordenadas 09°21.5' de latitude sul e longitude oeste 40°37.3' com 38.2 hectares de área plantada (figura 5). A de porte grande a fazenda *Special Fruit* situada no município de Juazeiro-Ba, situada nas coordenadas 09° 25' de Latitude Sul e 42° 35' de Longitude Oeste com 160 hectares de área planta (figura 6) onde foram desenvolvidas as pesquisas.

A coleta de dados foi realizada nas épocas, uma no inverno e outra no verão entre, nos de 2014 e 2015. Na Salva terra a coleta de dados se deu no mês de junho de 2014 para época de inverno, para o verão foram os meses de janeiro e fevereiro de 2015. A fazenda Frutos do Sol a coleta do inverno se deu nos meses de abril e maio de 2015 e verão no período de setembro e outubro

de 2014. A *Special Fruit* no inverno consistiu coleta de dados julho 2014 e o verão nos meses de fevereiro e março de 2015.

As tabelas 1 e 2 nos mostram uma descrição das características construtivas e os equipamentos de cada *packing house*, onde evidencia que não há padrão existente a ser adotado, além dos registros fotográficos nas figuras 6, 7 e 8.

Tabela 01 – Dimensões e descrição dos alvenaria das casas de embalagens.

	Pé Direito (m)	Altura da Cumieira (m)	Tipo de Bloco	Argamassa de Revestimento	Pintura
Salva Terra	4	5.5	Cerâmico	Ambos os Lados	Amarela
Frutos do Sol	4.5	6	Concreto	Apenas Interno	Branca
<i>Special Fruit</i>	4.5	6	Concreto	Ambos os Lados	Branca

Tabela 02 – Dimensões e descrição das coberturas das casas de embalagens.

	Beiral Esquerdo (m)	Beiral Direito (m)	Tipo de Cobertura	Forro	Ventiladores	Climatizadores
Salva Terra	0.6	1.8	Zincada	Não possui	6 de 200W	Não possui
Frutos do Sol	0.8	0.8	Fibrocimento	Não possui	Não possui	2 EcoBriza E-35
<i>Special Fruit</i>	0.8	0.8	Fibrocimento	Forro de PVC	Não possui	4 EcoBriza E-50



Figura 4- (a) Portão de recepção das uvas (b) Beiral com 1,8 m lado direito (c) Interior do packing (d) Desembarque para recebimento dos caminhões (e) Vista superior do galpão e posicionamento dos ventiladores (f) Caixaria nas mesas (g) Funcionários fazendo o seleção da uva (h) Posicionamento das lâmpadas e ventiladores (i) Beiral do lado esquerdo com 0,6 m e cerca viva



a)



b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)



i)

Figura 5-(a) Vista externa do Packing house (b) Interior setor do processamento (c) Ventiladores com umidificador (d) Funionários do lado esquerdo do setor do processamento(e) funcionários do lado direito da seleção (f) refrigerador evaporativo lado esquerdo (g) Setor recepção das uvas (h) Piso e condicionamento dos pallets (i) Resfriador evaporativo do lado direito.



Figura 6 - (a) Vista externa do *packing*, setor das desembarque e câmara fria (b) Vista externa do *packing*, setor da recepção e processamento (c) Caixaria da recepção (d) Funcionários do processamento esquerdo (e) Funcionários da seleção direito (f) Condicionador de ar (g) Seleção coberta com forro de PVC (h) Setor da recepção (i) Condicionadores de Ar

Os dados planímetros foram levados ao software autocad onde foi confeccionado as plantas baixas das fazendas.

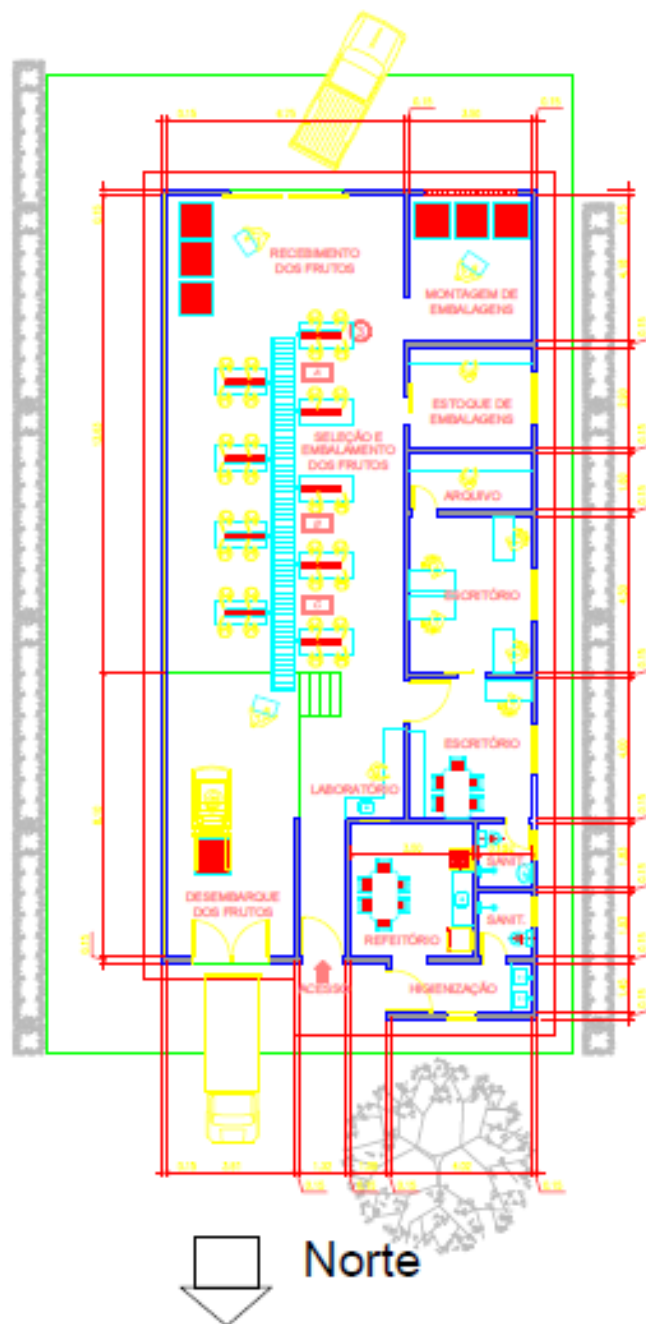


Figura 7- Planta baixa do *packing house* da Salva Terra

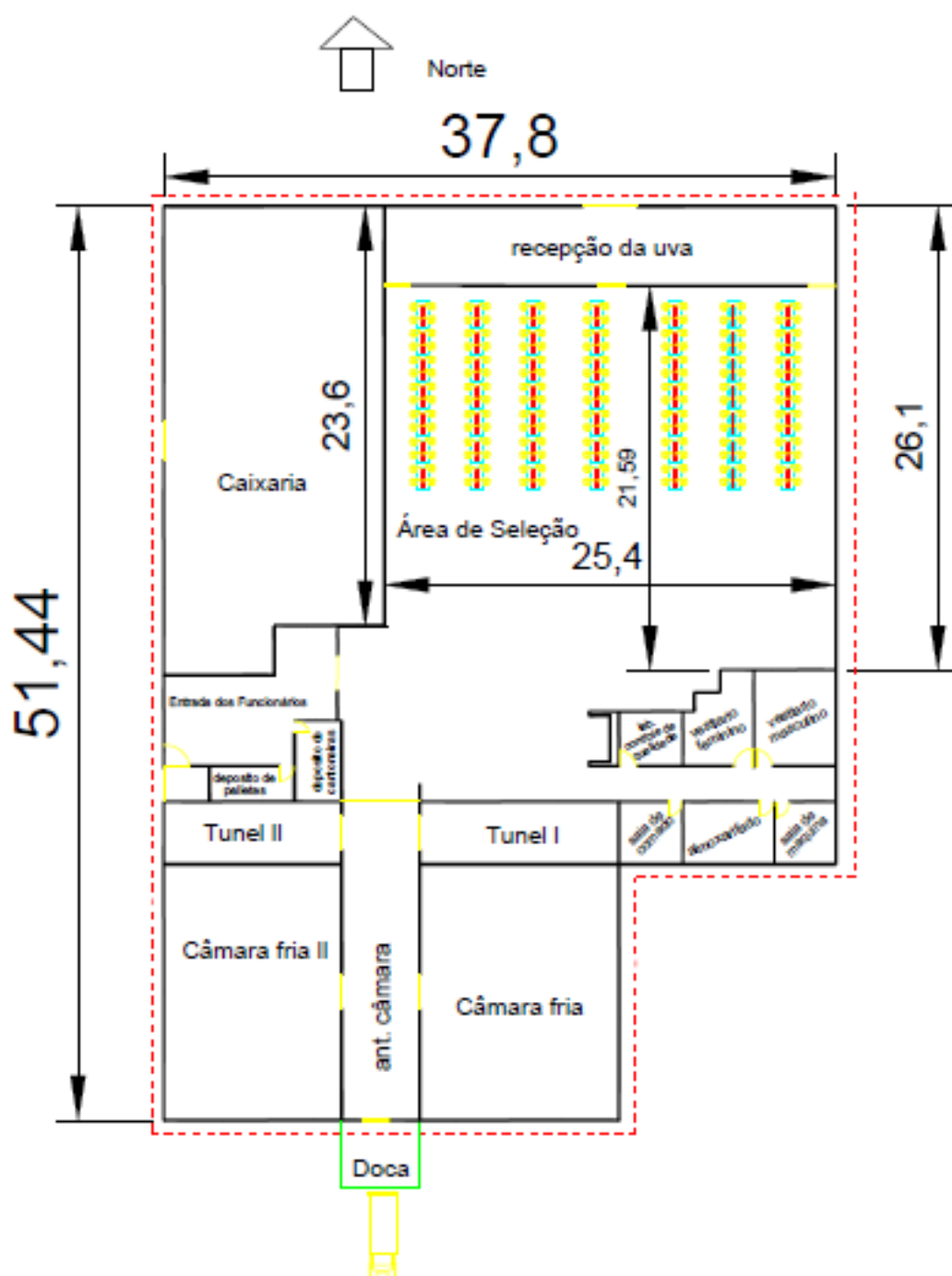


Figura 8- Planta Baixa do *packing house* da Frutos do Sol

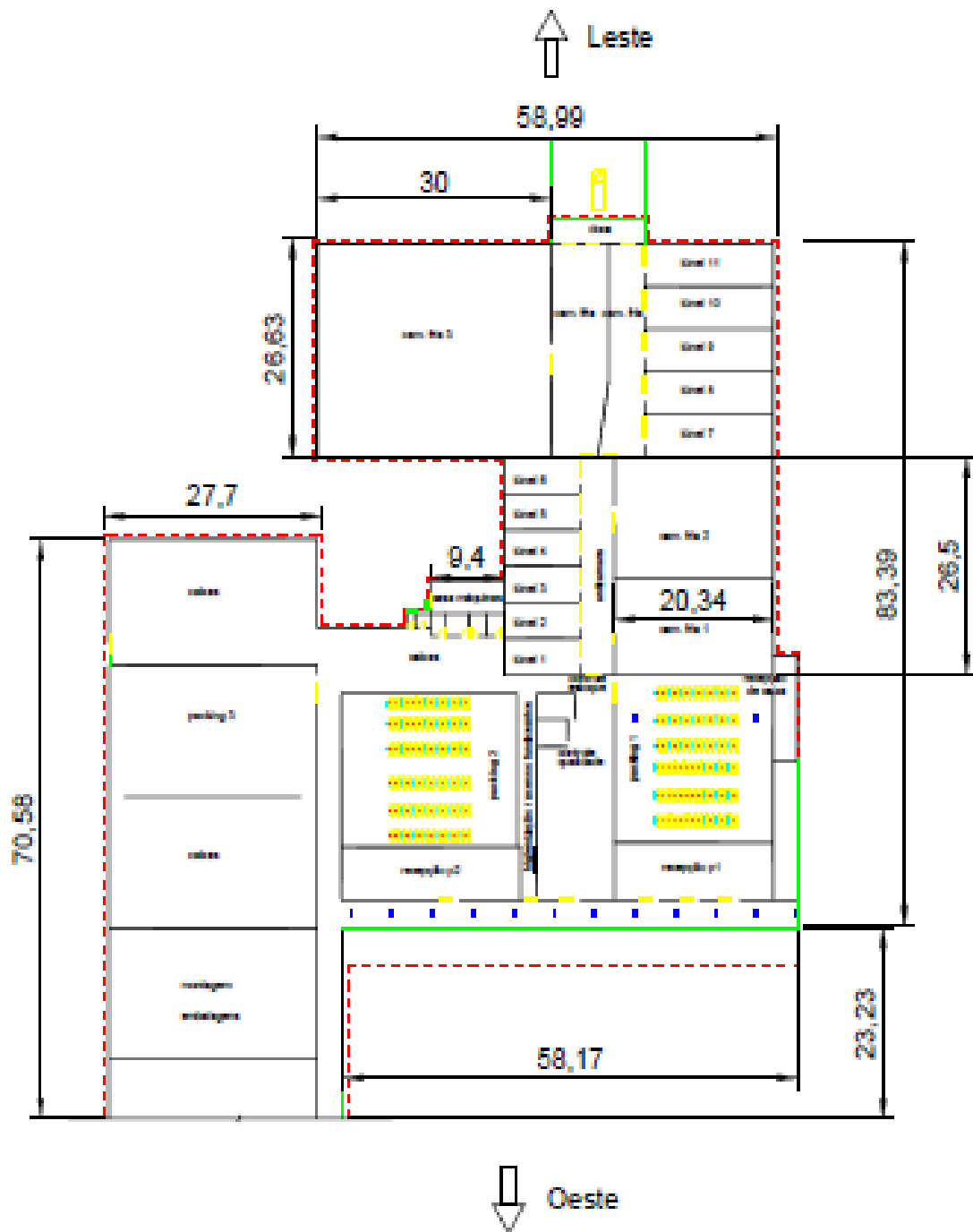


Figura 9- Planta Baixa do *packing house* da *Special Fruit*

Os dados aferidos foram temperatura do ar, umidade relativa do ar e Temperatura de Globo Negro (TGN) e velocidade do vento, onde foram coletados a cada 15 minutos através de data loggers HOBO modelo H12. Foram distribuídos no setor de seleção em cada *packing houses* 20 data

loggers, com sensores de temperatura do ar, umidade relativa do ar e sendo três sensores acoplado com globo negro para medir a temperatura de globo negro cada para o cálculo da carga térmica radiante em duas épocas: Inverno e Verão. Os sensores foram instalados na altura de 1 metro do piso, presos com pinças e abraçadeiras em tripés metálicos pintados de branco, distribuídos nas dependências das unidades de seleção.

Os dados foram coletados 24 horas por vinte sensores captando dados a cada quinze minutos por um período mínimo de vinte dias, assim para cada hora obteve-se uma amostra de 1600 dados. Com base nestes dados foram realizadas médias para os referidos horários e realizou-se o cálculo do erro padrão da média e submeteu aos valores da distribuição normal de T a 5% de erro (BUSSAB; MORETTIN, 2010).

Para indicativo das condições térmicas usou-se dados da temperatura do ar, umidade do ar e temperatura de globo negro e velocidade do vento para se chegar aos valores de Carga Térmica Radiante, Entalpia.

A velocidade do vento foram coletadas nos horários das 10, 13 e 15 horas no período de inverno e verão numa malha de dois metros usando um Termoanemômetro modelo TAD 500 (empresa Instrutherm situada no estado de São Paulo no Brasil).

A análise de geoestatística, os dados foram coletados em três horários às 10, 13 e 15 horas dos dias não consecutivos no período do experimento. A coleta de dados consistiu na captação dos mesmos em uma malha de 2 X 2 metros formando um plano cartesiano eixo X e Y, dos três *packings*. A coleta foi realizada em 5 dias (5 repetições) não consecutivos nos referidos horários aferindo temperatura e velocidade do vento com um termoanemômetro modelo TAD 500, ao longo da instalação.

Com os dados meteorológicos foram feitas uma avaliação da variabilidade espacial das condições térmicas das casas de embalagens. A dependência espacial foi analisada por meio de ajustes de modelos teóricos através do cálculo do semivariogramas conforme (VIEIRA, 2000), com base na pressuposição de estacionariedade da hipótese intrínseca.

Com os dados de temperatura e velocidade do vento, estes dados foram trabalhos numa planilha eletrônica realizando médias dos referidos horários. Em seguida modelos de semivariogramas teóricos considerados para estes

dados foram: o esférico, o exponencial, o linear e o gaussiano, onde através do software Gs+ os variogramas e a validação dos dados foram confeccionados. De posse dos variogramas foi realizada a interpolação por krigagem ordinária, para gerar os mapas de temperatura para os três *packings* do setor do seleção às 10, 13 e 15 horas.

A Carga Térmica Radiante (CTR) foi calculada pelo índice de carga térmica radiante ($W.m^{-2}$), proposta por Esmay (1982):

$$CTR = \tau(TMR)^4$$

$$TRM = 100 \left\{ \left[2,51(VV)^{0,5}(Tg - Ts) + \left(\frac{Tg}{100} \right)^4 \right]^{0,25} \right\} \quad \text{eq (4), em que:}$$

TRM é temperatura média radiante; VV , velocidade do vento ($m.s^{-1}$); Tg , temperatura de globo negro (K); Ts , temperatura de bulbo seco (K); t , $5,67 * 10^{-8} K^{-4}.W.m^{-2}$ (constante de Stefan-Boltzmann).

A entalpia foi calculada através da equação utilizada por Barbosa Filho (2005), a formula é a seguinte:

$$H = 6,7 + 0,243 * Tbs + \left\{ \frac{UR}{100} * 10^{\frac{7,5 * Tbs}{237,3 + Tbs}} \right\} \quad \text{eq (5) , em que:}$$

H = entalpia (kcal/kg ar seco);

Tbs = temperatura do bulbo seco (°C)

UR = umidade relativa do ar (%).

Com os valores de CTR e entalpia gerou-se gráficos de Temperatura do ar, Umidade do ar, CTR e Entalpia para o setor do processamento nas épocas de inverno e verão dos *packing houses* selecionados.

Como já é sabido cada material possui uma condutibilidade térmica sendo assim, para cada conformação de parede dos *packings* foi realizado um cálculo para se estimar o fluxo térmico por condução envolvido nestes ambientes, levando em consideração o tipo de bloco, argamassa de revestimento e tipo de telha.

Para o cálculo usou-se a equação de trocas de calor por condução pelo método CSTB (Centre Scientifique et Technique du Batiment – de Paris) (FROTA 2007; SCHIFFER 2007).

Os dados da temperatura externa foi adquirido na fazenda Timbuaba Agrícola próxima as fazendas Frutos do Sol e Salva Terra, e Estação meteorológica da Embrapa situada no município projeto irrigado Mandacaru I de Juazeiro sendo próxima a *Special Fruit*. De posse dos dados realizou-se médias dos referidos horários e meses das coletas de dados para cada *packing* nas condições de inverno e verão. Quanto a temperatura interna usou-se dados obtidos das médias dos referidos ambientes estudados. O coeficiente de condutibilidade térmica dos materiais utilizados dados das tabelas disponíveis por RODRIGUES, 2012; FROTA 2007; SCHIFFER 2007.

Os dados de temperatura externa foram coletados nas estações meteorológicas para o cálculo da condutância de calor épocas de inverno e verão às 10, 13 e 15 horas, fazendo uma estimativa da transferência de energia térmica por condução.

Todas as instalações foram medidas através de uma trena eletrônica modelo Fluke, 424D, para levantamento planimétrico da edificação e as coordenadas geográficas adquiridas pelo GPS de navegação (Empresa Garmin, São Paulo SP, Brasil) Garmin Etrex 20 usando o sistema SAD 69 e a Zona 24L.

Todas as instalações foram monitoradas através de uma câmara térmica Flir, Modelo 420, (Empresa Termovisor Brasil, Campinas SP, Brasil) para imagens térmicas e estimativas das temperaturas superficiais, onde foi obtida imagem do ambiente para analisar o comportamento da temperatura ao longo do dia. As imagens foram tiradas às 10, 13 e 15 horas, tais horários foram eleitos devido ao horário de funcionamento da fazenda Salva Terra começar suas atividades às 10 da manhã.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Fatores e índices térmicos

Na Tabela 03 estão dispostos os dados calculados da condução de calor dos materiais de construção dos packing houses nas épocas de inverno e verão.

Tabela 3 – Valores estimados para a Condução de calor para os *packings* nas épocas de Inverno e Verão.

Condução de Calor entre os materiais das <i>packings</i> no Inverno e Verão (q (w/m ²))							
Inverno	10 horas	13 horas	15 horas	Verão	10 horas	13 horas	15 horas
Salva Terra	6.9	1.2	29.1	Salva Terra	10.1	2.8	5.5
Frutos do Sol	2.2	6.6	9.8	Frutos do Sol	13.6	10.2	17.7
Special Fruit	2.3	6.2	10.7	Special Fruit	5.7	10.8	15.0

É possível observar na tabela 3, que a *packing* da Salva Terra possui os maiores valores de condução de calor no inverno (W/m²), devido principalmente ao seu material de cobertura (telha de zinco com λ — coeficiente e condutibilidade térmica do material 112 W/m°C, FROTA 2007; SCHIFFER 2007) nos horários das 10 e 15 horas, possui uma variação expressiva entre a temperatura externa e interna, conseqüentemente mostra-se a influência do material de cobertura e das paredes da *packing*, seguido pela Frutos do Sol e *Special Fruit* com valores próximos entre si.

Apesar da instalação da Salva Terra possuir paredes possuírem duplo revestimento de argamassa e blocos cerâmicos o telhado desfavorece muito as boas condições da alvenaria. No período do Verão a Salva Terra às 10 horas, possui valor intermediário 10.1 W/m², o maior valor apresentado foi pela Frutos do Sol. Este *packing house* não possui climatizadores, há o uso apenas de ventiladores, sendo assim nota-se a importância da boa escolha do materiais de construção.

As casas de embalagens da Frutos do Sol e *Special Fruit* apresentaram menor variação da condução de calor(W/m²) durante época de inverno obtendo valores similares entre as mesmas, com melhores resultados nas 13 e 15 horas, ou seja, apesar de possuir climatizadores nestas *packings*, a Salva Terra possuiu melhores condições reduzindo a transferência de energia para o

interior do ambiente na época de inverno, desta forma quanto maior o valor da condutância térmica mais eficiente esta sendo os materiais de construção e seus equipamentos para climatizar o ambiente.

Diferentemente da época de Verão, onde os maiores valores observados são das duas fazendas. Tais valores mostra a eficiência das condições do material de construção e dos climatizadores internos, evidenciando um variação de temperatura externa mais elevada que a da interna.

As médias horárias da temperatura, umidade, carga térmica radiante e entalpia nas épocas de inverno e verão, dos três *packings* estão dispostas nas figuras 10 a 17.

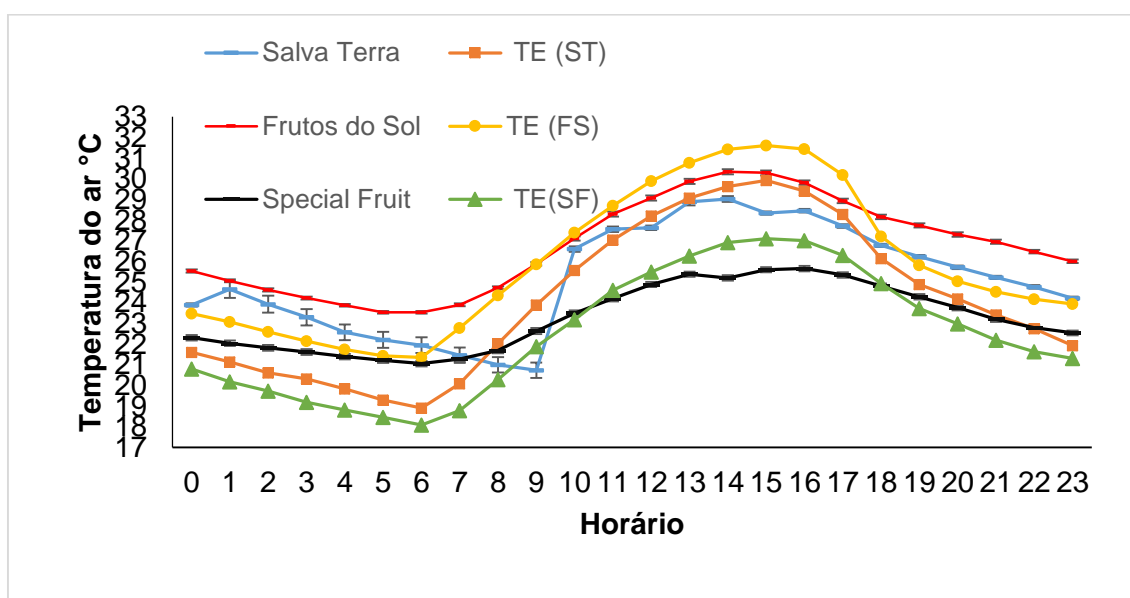


Figura 10 - Média horária da Temperatura do ar no setor de seleção dos três packing houses na época de Inverno durante a fase experimental e suas temperaturas externas (TE).

Os resultados da figura 10, nos mostra que os horários com menores temperaturas no setor da seleção das estruturas foram entre às 05 e 06 horas, enquanto que na Salva Terra o horário com menores temperaturas ocorreram das 08 às 09 horas, isso se deve ao início do funcionamento das atividades do *packing house* ocorrerem nestes horários e quando os ventiladores são ligados e os portões de entrada dos frutos são abertos, sendo assim promove uma renovação de ar pelo processo de convecção.

As mínimas dos referidos horários foi de 21°C, sabendo que a temperatura ideal para os frutos neste setor é de 20°C (Embrapa, 2010), é possível observar que nenhum dos *packings* atendeu as exigências mínimas para uvas.

Nas temperaturas mínimas, o setor da seleção que melhor apresentou dados próximos ao ideal foi a *Special Fruit*, isso ocorreu devido a instalação possuir climatização com temperatura constante mas fora do ideal, além de possuir técnicas construtivas mais adequadas e sua orientação ser a única Leste-Oeste.

A *packing house* da frutos do sol foi a que apresentou temperaturas mais elevadas, devido principalmente ao material construtivo onde o mesmo apresenta paredes de blocos de concreto com argamassa de revestimento apenas no interior da instalação, e o externo não possui revestimento, é apenas pintado de tinta branca, sendo assim com base na tabela 3, podemos observar que a transferência de energia térmica por condução é elevada.

As *packing houses* da Frutos Sol e Salva terra apresentaram valores onde a estatística não as diferenciam para as condições térmicas de inverno, com temperaturas de 24.6°C às uma hora da manhã e 23.9°C às duas horas da manhã. Em seguida a Salva Terra e *Special Fruit* não diferem estatisticamente nas 07 às 08 da manhã com temperaturas de 21.3°C e 21°C respectivamente. A partir das 09 horas todos as *packing houses* foram estatisticamente diferentes com máximas em ordem decrescente: Frutos do Sol (30.3°C), Salva Terra (29°C) e *Special Fruit* (25.2 °C) nos horários das 14 às 15 horas.

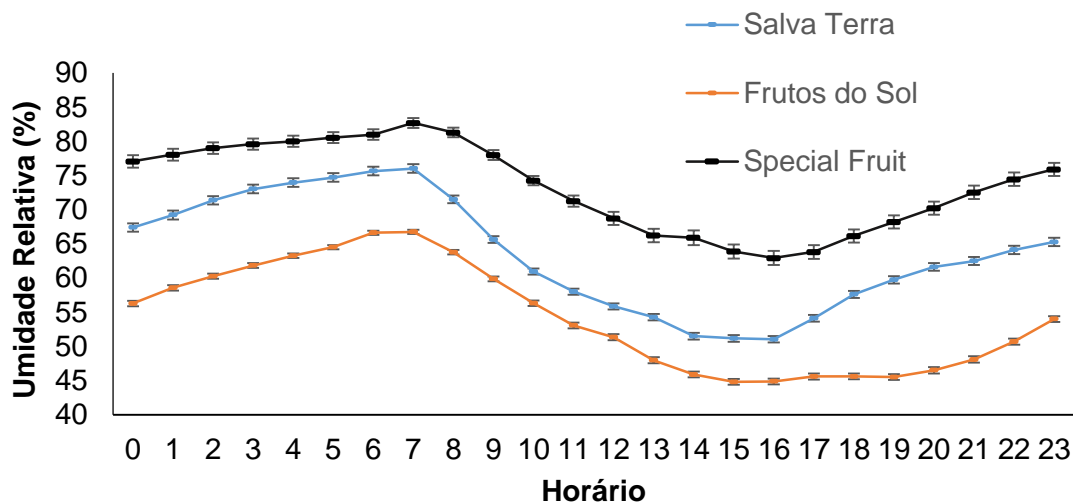


Figura 11- Média horária da umidade relativa do ar no setor de seleção dos três packing houses na época de Inverno durante a fase experimental.

Observou-se o comportamento médio horário da umidade relativa do ar no setor de seleção da uva nos packing houses, (figura 11) onde os valores mais elevados ocorreram às 07 da manhã, devido a lavagem do setor do processamento, aumentando a umidade do ar em todos os *packings* sendo os valores de *SpecialFruit* (82.7%), *Salva Terra* (76%), *Frutos do Sol* (66.8%). Sendo assim mesmo no horário de maior umidade, não se atingiu o ideal para uva que é de 90%. Ao avaliar a estatística, observa-se que todos os *packings* são diferentes estatisticamente. Tal diferença é explicada pela qualidade dos materiais de construção e na potência e dos climatizadores de ar que umidificam o ambiente e ajuda a reduzir a temperatura do ar do local.

O trabalho realizado por Specht et al.(2010), estudando o problema de transferência de calor em paredes compostas por diferentes tipos de materiais onde foi calculado a transferência de calor pela equação da condução de calor, desenvolvida por Incropera; Dewitt (2003) e em Özisik (1993), tal equação leva em consideração a umidade do ar que era mensurada através de três data loggers Hobo U12 dispostos na alvenaria. Sendo assim foi utilizado sete configurações de paredes diferentes para avaliar o conforto térmico do ambiente e obteve os melhores resultados com menores transferências de calor as seguintes paredes: A parede com largura total de 33 cm , parede na direção esquerda para direita possui respectivamente argamassa de

revestimento poliestireno expandido, tijolo cerâmico e argamassa de revestimento e parede com largura total de 33,5 cm, parede na direção esquerda para direita possui respectivamente argamassa de revestimento, tijolo cerâmico, poliestireno expandido, tijolo cerâmico e argamassa de revestimento.

As referidas paredes foram as que obtiveram as menores transferências de calor, foram as que mantiveram as melhores condições de umidade. Tais paredes são paredes onerosas, mas com excelente custo benefício. Através deste estudo podemos observar que as paredes contribuem de forma significativa numa instalação, como no caso da *packing house* da Salva Terra que apesar de não possuir sistema de climatização possui uma umidade intermediária em relação as outras, possuindo paredes de alvenaria cerâmica com argamassa interna e externa, auxiliando na manutenção da umidade.

Nos horários de 15 às 16 horas (figura 11) na época de inverno, observou-se os menores valores médios horários da umidade relativa do ar, sendo as médias de 64, 51,2 e 44,8 % para respectivos *packing houses* *Special Fruit*; Salva Terra, Frutos do Sol. Esses horários mais quentes são intensificados pela alta radiação que incide nas instalações. Segundo Specht et.al.(2010), a distribuição da temperatura em um dia de sol, sem nuvens, em uma parede exposta apresenta menores temperaturas no início e no final do dia, e um pico de temperatura máxima em torno das 15 horas. Sendo assim, os materiais de cobertura e a alvenaria transmitem a radiação para dentro do ambiente em forma de energia térmica, aquecendo o ambiente, conseqüentemente reduzindo a umidade do ar. A *SpecialFruit* apresentou os melhores índices devido possuir climatização realizado por quatro condicionadores de ar modelo (EcoBriza.Climatizador de Ar Evaporativo EB-50 de potência para abranger área de 25 a 50 m²).

A Salva Terra apesar de possuir um *packing house* de pequeno porte, possui cerca viva nas laterais da edificação e cobertura no solo que ajudou a diminuir a transmissão da radiação para o interior da instalação entretanto esta instalação possui cobertura de telhas de zinco devido sua condutibilidade térmica ser de 112 W/m °C nota-se sua interferência na instalação.

O *packing house* da Frutos do Sol foi o que apresentou menores valores médios horários de umidade relativa do ar, assim como a *Special Fruit*, a frutos

do Sol não possui cobertura vegetal no solo e telhas de fibrocimento com condutibilidade térmica $0,41 \text{ W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ (tabela 4), desta forma toda radiação incidente é facilmente transmitida para a instalação. Além de não usar condicionadores térmicos de forma atuante dentro da instalação.

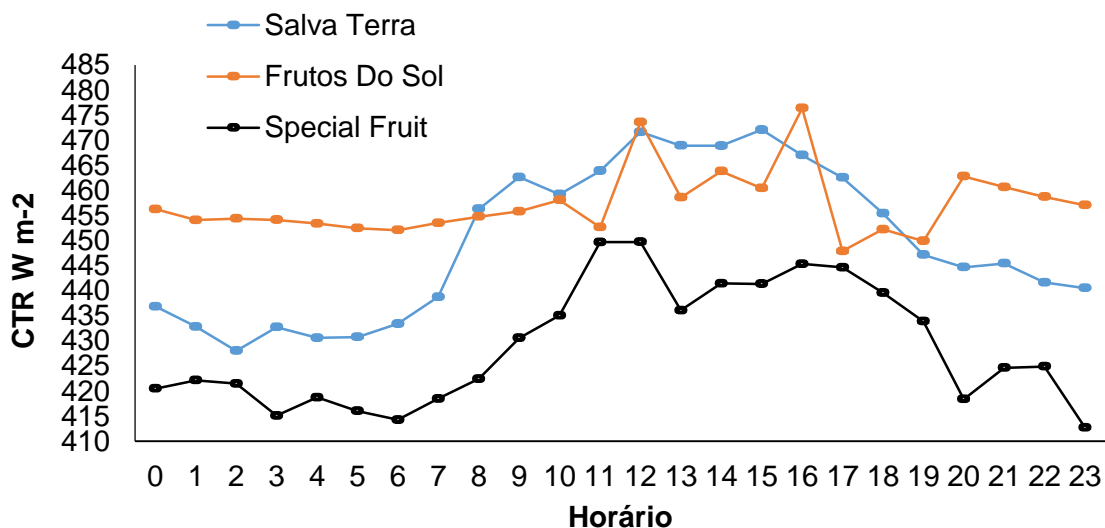


Figura 12 - Média horária da CTR no setor de seleção dos três packing houses na época de Inverno durante a fase experimental.

Observou-se o valor médio horário da carga térmica radiante durante o período de inverno (figura 12), em dois horários, (8 e 10 horas), nas instalação da Frutos do Sol e Salva Terra não possuíram diferença estatística com 454 W/m^2 e 458 W/m^2 respectivamente. O menor valor de CTR para estes referidos horários foi da *Special Fruit* com 430 W/m^2 e 435 W/m^2 . Este fato pode ser atribuído pela disposição da localização assim como o uso dos climatizadores.

Neste mesmo período nos horários de maior radiação solar (tarde), a *packing house* da Salva Terra foi a que mais transferiu radiação para a parte interna da área de seleção, podendo ser explicado pelo tipo de telhado onde possui uma alta condutibilidade térmica onde a telha de zinco $112 \text{ W/m}^2\text{C}$ (ou seja aquece e se resfria em um curto espaço de tempo).

Das 13 às 15 horas, horário de maior radiação solar, foi o horário que apresentou os maiores valores de CTR com 472 W/m^2 seguidos da *packing house* da Frutos do Sol $460,45 \text{ W/m}^2$ e $445,36 \text{ W/m}^2$ na *Special Fruit*.

É sabido que a transferência da energia térmica entre materiais possuem algumas diferenças no seu material de construção e no seu calor específico, sendo assim a tabela 4 nos evidencia alguns materiais e seus respectivos valores (Rodrigues, 2012).

Tabela 4 – Tipos de bloco e material de cobertura e seus valores Condutibilidade, Massa específica e Calor específico (adaptada, Rodrigues 2012).

Tipo de Bloco	Condutibilidade k (W/m.°C)	Massa específica ρ (kg/m ³)	Calor específico c (J/kg.°C)
Bloco cerâmico maciço	0,81	1600	920
Bloco cerâmico furado	0,67	1250	880
Bloco de concreto furado	0,91	1700	1005
Bloco de solo-cimento	0,78	2000	576
Tipo de Telha			
Telha de cerâmica	0,85	1700	921
Telha de fibro-cimento	0,41	1600	1010
Telha de zincada	112	7130	880

Na literatura presente, possui poucos estudos para a determinação de uma faixa ideal CTR para as instalações de *packing house*, havendo dados somente para instalações zootécnicas.

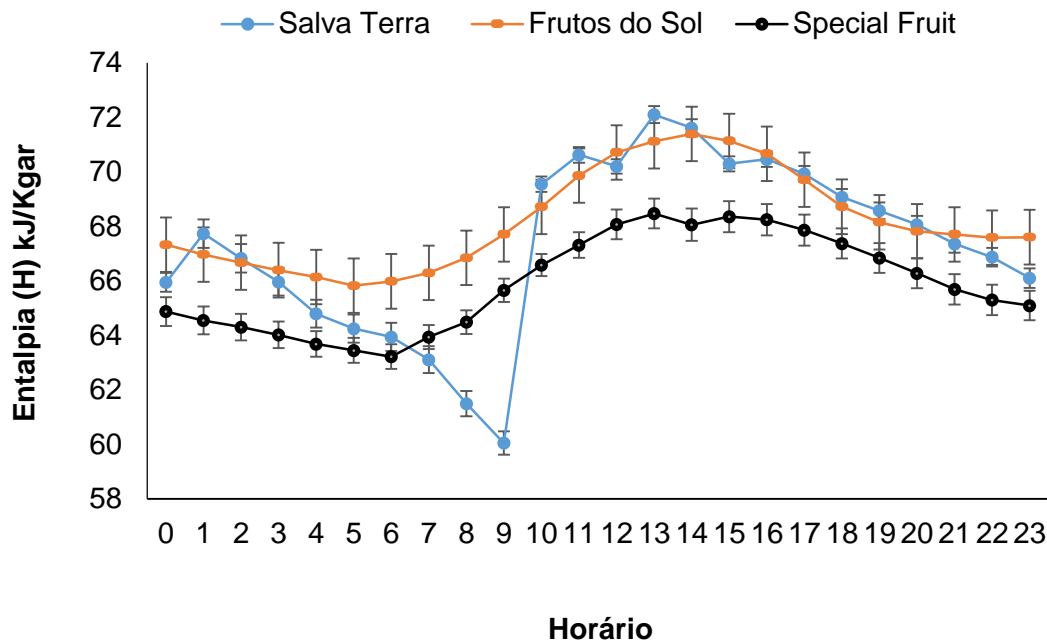


Figura 13 - Média horária da Entalpia do ar no setor de seleção dos três *packing houses* na época de Inverno durante a fase experimental.

Apesar dos materiais construtivos dos *packing houses* serem diferentes, mostrando diferenças na estatística de temperatura, umidade e CTR, a entalpia possui diferença em apenas alguns horários (figura 13). A condutibilidade térmica e o calor específico para cada material de construção são distintos (tabela 4), mas que não influenciaram estatisticamente na grande parte do dia. Houve diferença estatística na manhã das 07 às 09 horas entre todos os *packings* (figura 4). Após as 09 horas apenas a *packing house* da *Special Fruit* diferenciou-se estatisticamente com os menores valores de entalpia, devido a contribuição dos condicionadores de ar com maior potência presente na instalação promovendo assim uma melhor condição dentro do ambiente

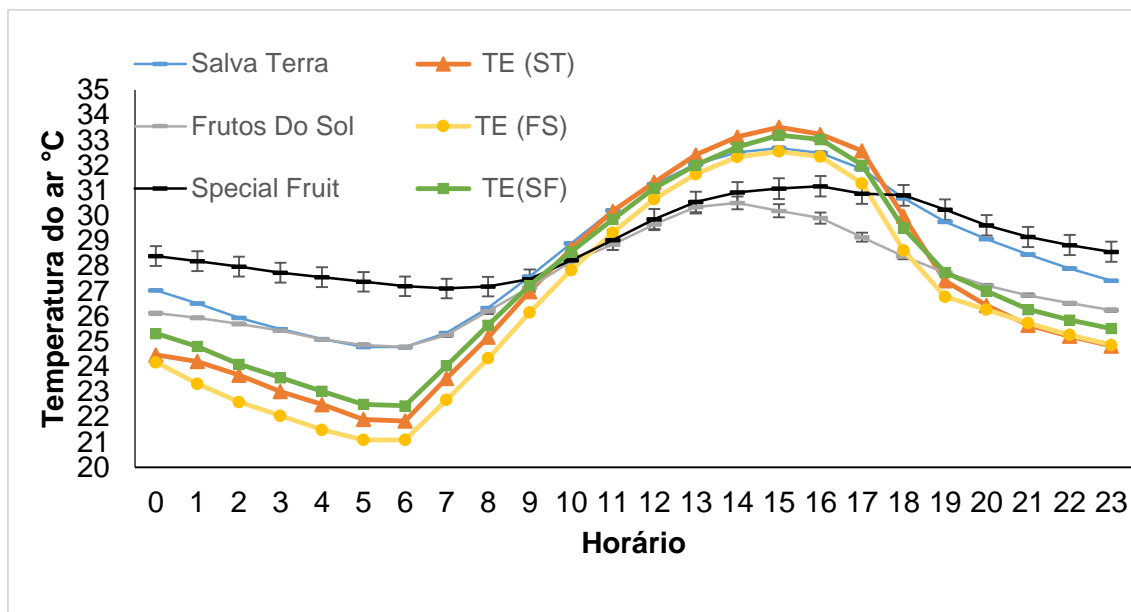


Figura 14- Média horária da Temperatura do ar no setor de seleção dos três packing houses na época de Verão durante a fase experimental e suas temperaturas externas (TE).

Na figura 14, observa-se que na madrugada da fase experimental as *packing houses* da Frutos do Sol e Salva Terra das 02 às 08 da manhã não diferem estatisticamente, e a maior temperatura ocorreu no *packing house* da *Special Fruit*.

Entre as 09 e 10 da manhã, não houve diferença estatística entre as três instalações.

Das 11 às 15 horas não houve diferença entre das *packing houses* da *Special Fruit* e Frutos do Sol, com máximas de 31,1 e 30,2°C respectivamente às 15 horas. A temperatura mais elevadas ocorreu na *packing house* da Salva Terra as 15 horas com 32,7°C.

Das 17 às 20 horas não houve diferença estatística entre as *packing houses* da Salva Terra e *Special Fruit* com temperaturas de 29,1°C às 20 horas. Para o mesmo horário a *packing houses* da Frutos do Sol possui temperatura de 27,2 °C. De acordo com sistemas de produção da Embrapa (2010), a recomendação é de 20°C, sendo assim mesmo no período noturno, sem ocorrência da radiação solar, nenhuma das instalações conseguem proporcionar um ambiente ideal.

Além das justificativas dos materiais construtivos e a intensa radiação, a *packing* da *Special Fruit*, na época de verão estava com maior contingente no

setor da seleção e funcionava até as 20 horas, sendo assim é perceptível que o sistema de climatização da instalação não conseguiu manter as condições térmicas ideais.

A instalação do Frutos do Sol que estava funcionando a metade de sua capacidade, possuiu então menores valores de temperatura. Na Salva Terra, os picos de temperatura foram ocasionados pelo tipo de material na cobertura, tal material também dissipa rapidamente a energia térmica. Desta forma, houve uma redução na temperatura que se equipara a *Special Fruit* ainda em funcionamento, tanto que não houve diferença estatística das 18 às 20 horas entre os *packings*.

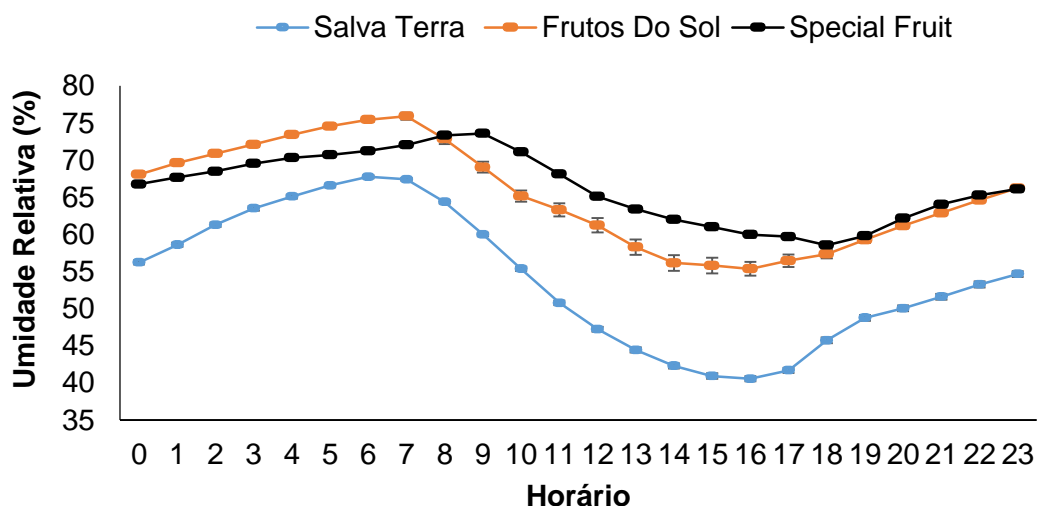


Figura 15- Média horária da umidade relativa do ar no setor de seleção dos três packing houses na época de Verão durante a fase experimental.

Observa-se o comportamento da umidade durante a fase experimental período de verão (figura 15), onde os maiores picos ocorreram às 07 da manhã, devido a lavagem do setor do processamento aumentando a umidade do ar em todos os *packings*, *Special fruit* (72%); *Salva Terra* (67,4%), *Frutos do Sol* (76%). Sendo assim, mesmo no horário de maior umidade, não se atinge o recomendado de 90%.

Observou-se que todos os *packings* são diferentes estatisticamente, das 00 às 07 horas da manhã. Tal diferença é explicada pela qualidade dos materiais de construção e os equipamentos de refrigeração dentro da

instalação, onde as instalações da Frutos de Sol e *Special Fruit* possuem o mesmo tipo de cobertura de fibrocimento com condutibilidade térmica de 0,41 W/m.⁰C e calor específico de 1010 J/kg.⁰C (tabela 4), tal cobertura possui uma transferência de calor na telha de fibrocimento é mais rápida por possuir baixa inércia térmica, a diferença entre as duas instalações neste horário é devido a climatização da *Special Fruit* ser mais eficiente possuindo climatizadores de maior potência, conseqüentemente ele mantém melhor a temperatura e umidade mais baixa na instalação.

Na instalação da Frutos do Sol a maior umidade ocorre no período noturno, sendo relacionado com a irrigação da área de produção de uva próxima da instalação, que acontece nestes horários, tal irrigação tem o intuito de reduzir o consumo de energia elétrica pela fazenda.

O pior cenário da umidade neste período se deu pela instalação da Salva Terra onde o material de cobertura de telha de zinco possui alta condutibilidade térmica de 112 W/m.⁰C, e calor específico de 880J/kg.⁰C (Rodrigues, 2012), que contribui para o aumento da rápida perda de umidade.

Às 08 horas da manhã as instalações da Frutos do Sol e *Special Fruit* não diferem estatisticamente, entretanto das 09 às 17 horas todos os *packings* diferem estatisticamente.

Confrontando os dados de temperatura da figura 14, pode observar que neste referido horário as instalações da Frutos do Sol e *Special Fruit* não diferiram estatisticamente na temperatura, enquanto que na umidade ocorreu diferença, tal repercussão é justificada pelo uso condicionamento de ar da *Special Fruit*, que influencia na umidade do ambiente.

O pior cenário de umidade ocorreu na instalação da Salva Terra devido a este não possuir nenhum sistema evaporativo, por utilizar apenas ventiladores, em uma instalação que possui uma cobertura de alta condutividade térmica. A menor umidade se deu às 16 horas com 40,6% onde a possibilidade da fruto submetida a tal umidade, ser rapidamente afetada reduzindo seu prolongamento da vida útil da fruto (CHITARRA, 2005). Das 18 às 23 horas, a instalação da Salva Terra foi diferente estatisticamente entre as demais.

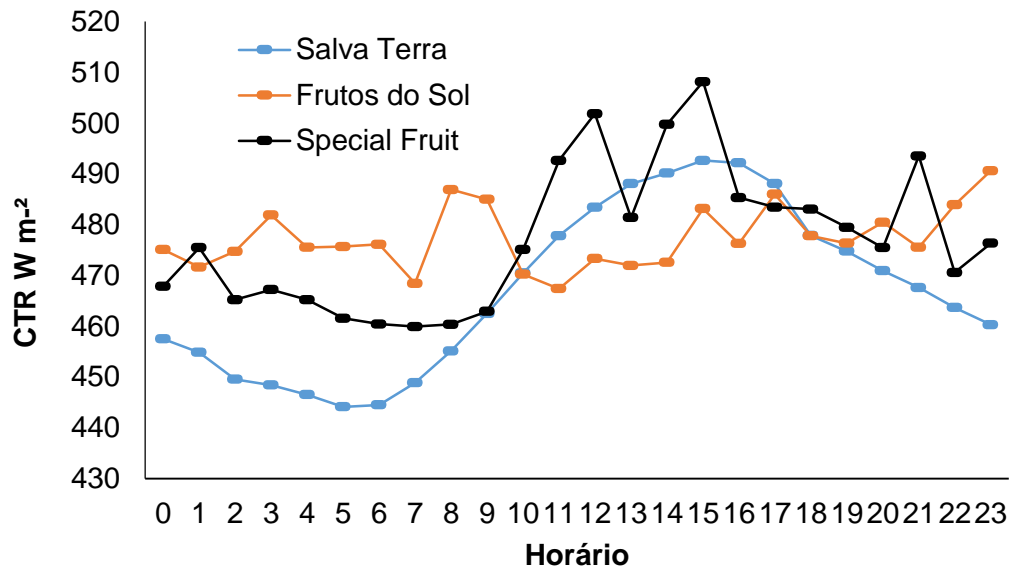


Figura 16- Média horária da CTR no setor de seleção dos três packing houses na época de Verão durante o período experimental.

A carga térmica radiante para a época de verão (figura 16), das 00 horas até às 08 da manhã apresentou diferença estatística entre todos os *packing houses*. Onde a instalação da Frutos do Sol apresentou os maiores valores da radiação solar com CTR de 476 W/m² no horário das 6 da manhã, isso deveu-se as condições do material de cobertura dessa instalação ser de fibrocimento, este material aquece durante o dia, absorvendo toda a radiação e posteriormente libera no período da noite aquecendo o ambiente através da transferência de energia por condução térmica, além dos condicionadores serem mal dimensionados para a referida instalação.

Pode-se observar ainda que no mesmo período ocorreu o menor valor da CTR na instalação da Salva Terra de 444 W/m² devido ao material de zinco ter a capacidade de aquecer e resfriar rapidamente. Quanto a instalação da *Special Fruit* que possui sistema de climatização, e com a utilização destes equipamentos houve uma diminuição da CTR.

Às 09 horas não houve diferença entre as instalações da *Special Fruit* e a Salva Terra. Em seguida das 10 às 16 horas a *packing house* da *Special Fruit* foi a que proporcionou maior CTR, isso deveu-se a utilização na capacidade máxima do *packing*, conseqüentemente com maior número de pessoas e frutos aumentando a carga térmica do ambiente. Com o aumento da produção de

calor observou-se que os climatizadores não proporcionaram redução da temperatura do ambiente.

Os valores máximos de CTR ocorreram às 15 horas na instalação da *Special Fruit* com 508 W/m^2 seguidos pela instalação da *Salva Terra* com $492,6 \text{ W/m}^2$ e pela instalação da *Frutos do Sol* com $483,1 \text{ W/m}^2$ com menor contingente neste horário no período de verão.

Após às 18 horas a instalação da *Salva Terra* devido as condições de cobertura apresentou os menores valores de CTR seguidos pela *packing house* da *Special Fruit*, que devido ao seu condicionamento de ar ajudou a manter a sua instalação constante transmitindo uma menor radiação e a instalação da *Frutos do Sol* que apresentou a maior CTR devido a sua cobertura ter liberado energia em forma de calor para o interior da instalação.

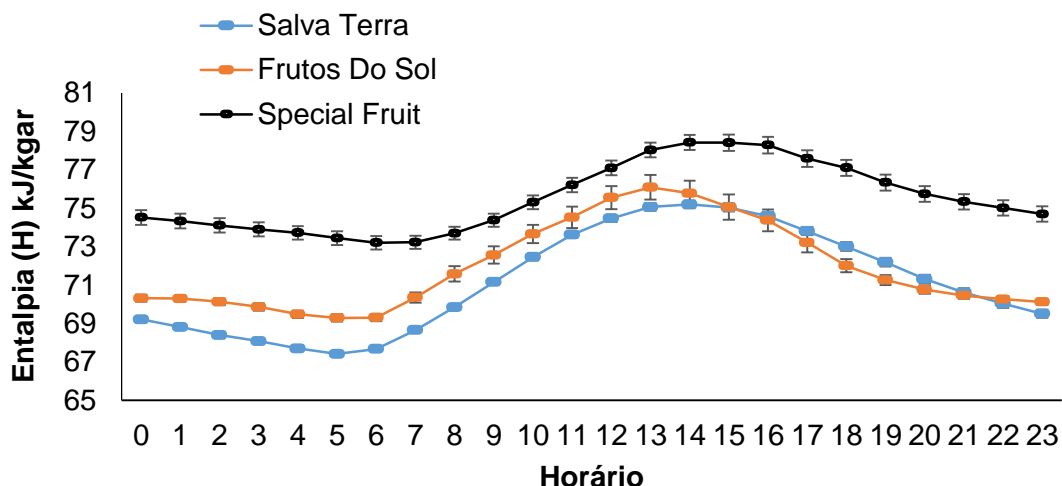


Figura 17- Média horária da Entalpia do ar no setor de seleção dos três packing houses na época de Verão durante o período experimental.

Para a entalpia (figura 17) no verão pode ser observado que das 00 às 10 horas da manhã todos os packings foram estatisticamente diferentes. A *packing house* da *Salva Terra* durante o turno da noite ocorreram menores valores de entalpia, pois a energia térmica foi rapidamente liberada pelo material de cobertura.

Dás 11 às 23 horas as instalações da *Salva Terra* e *Frutos do Sol* não diferiram estatisticamente. Apresentando máximas as 13 horas de $76,1 \text{ kJ/kgar}$ e mínimas de $70,1 \text{ kJ/kgar}$ as 23 horas.

A *packing house* da *SpecialFruit* foi a que apresentou maiores valores de entalpia. Apesar da alvenaria desta instalação possuir duplo revestimento e os blocos serem de concreto vazado e a cobertura de fibrocimento absorvendo a energia, o condicionamento de ar ajudou a manter a temperatura e umidade em uma certa estabilidade que afetou diretamente a entalpia. As máximas foram de 74,8 kJ/kgar às 14 horas tendo um atraso térmico em relação as outras duas instalações.

Pouco se sabe sobre a faixa ideal de entalpia para instalações de *packing houses* assim como para valores ideais de CTR, valores para entalpia na literatura presente não possui estudos aprofundados para ter este embasamento para estas instalações, mas é possível notar que mesmo nas condições de inverno as instalações estudadas não possuem condições térmicas ideais para promover o devido cuidado para os frutos podendo interferir na qualidade da uva e aumentando as perdas na pós-colheita.

A ausência na literatura de parâmetros ideais para a CTR e entalpia ideal, nos evidencia que deve-se apontar mais estudos a respeito destas instalações para se obter a estrutura ideal para um *packing house*. O diagnóstico sobre estes dois parâmetros, são pontos de inovações na pesquisa acadêmica para se obter a menor perda pós colheita no âmbito da ambiência rural.

5.2. Diferenças microclimáticas interna do ambiente

A técnica da termografia por infravermelho nos evidencia de forma pontual as regiões dentro dos *Packing Houses* nas horas mais quentes do dia, as imagens capturadas mostram de forma temporal o aquecimento da instalação ao decorrer do dia, nas duas estações do ano: inverno e verão.

Às 10 h no mês de Inverno (a) Às 13h no mês de Inverno (b) Às 15 h no mês de Inverno (c)

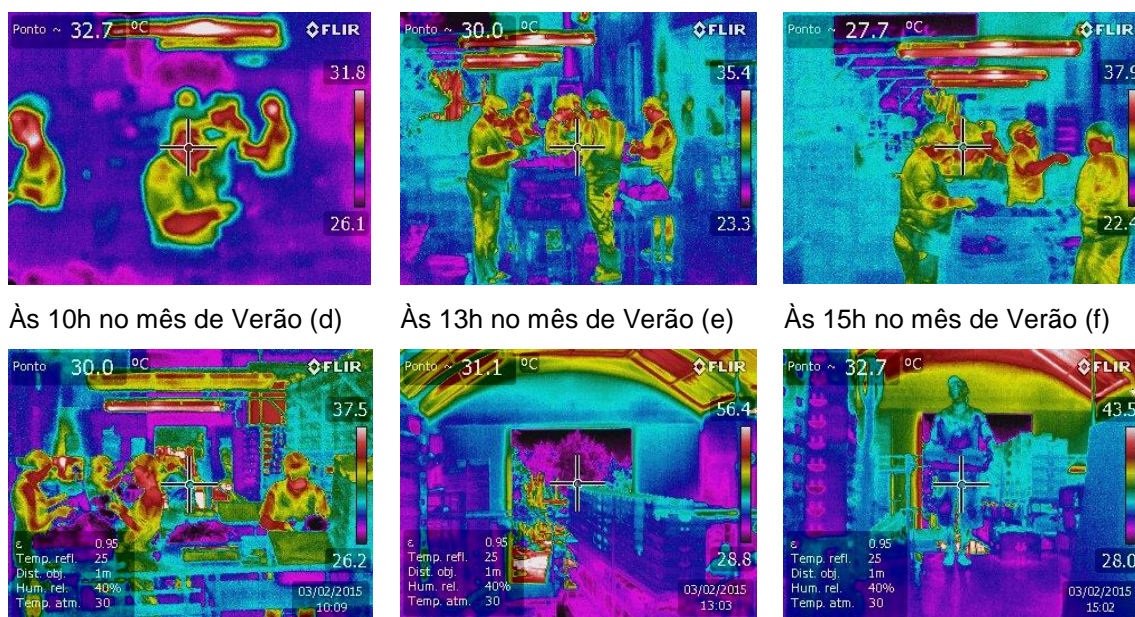


Figura 18 - Termografia Infravermelho da Salva Terra, nos horários das 10 horas no mês de inverno (a) ,13 horas no mês de inverno (b) ,15 horas no mês de inverno (c), 10 horas no mês de verão (d), 13 horas no mês de verão (e), 15 horas no mês de verão (f).

Ao verificar os dados da temperatura do ar média para os referidos horários no *Packing House*, para época de inverno às 10 horas da manhã estima-se uma média de 26,6 °C e no verão de 29°C (Figura 10 e 14). E na escala termográfica do inverno o ambiente varia de 26,1 a 31,8°C e no verão de 26,2 a 37,5°C.

O *packing house* da Salva Terra em suas análises pontuais do setor da seleção, comparando as imagens da figura 18 (a) e (d), com diferenças entre as épocas de verão e inverno de 5,7 °C para às 10 horas da manhã.

Para às 13 horas, o *packing house* da Salva Terra em suas análises pontuais comparando as imagens da figura 18 (b) e (e), com diferenças entre as máximas nas épocas de verão e inverno de 21 °C

Analisando os dados da temperatura do ar média para os referidos horários no *Packing House*, para época de inverno às 13 horas da tarde estima-se uma média de 28,9 °C e no verão de 32°C (Figura 10 e 14). E na escala termográfica do inverno o ambiente varia de 23,3 a 35,4°C no verão de 28,8 a 56,4°C.

Para às 15 horas da tarde, a Salva Terra em suas análises pontuais comparando as imagens da figura 18 (c) e (f), com diferenças entre as máximas na épocas de verão e inverno de 5,6 °C

Os dados da temperatura do ar média para os referidos horários no *Packing House*, para época de inverno às 15 horas da tarde estima-se uma média de 28,4 °C e no verão de 32,7°C. E na escala termográfica do inverno o ambiente varia de 22,4 a 37,9°C no verão de 28,0 a 43,5°C.

Sendo assim as médias estimadas condizem com escala da termografia infravermelha, é possível observar que para os três horários nas épocas de inverno e verão, pela análise pontual nos indicou que principais fontes de aquecimento são as lâmpadas de bancada, o telhado e o solo descoberto, aquecendo o ambiente.

O *packing house* da Salva Terra nos horários de inverno e verão não estiveram em nenhum horário, pelas análises termográficas, em condições ideais para os frutos que é uma temperatura de 20 °C (EMBRAPA, 2010), mesmo buscando as mínimas nas escalas não é possível promover em algum horário condições ideais para os frutos.

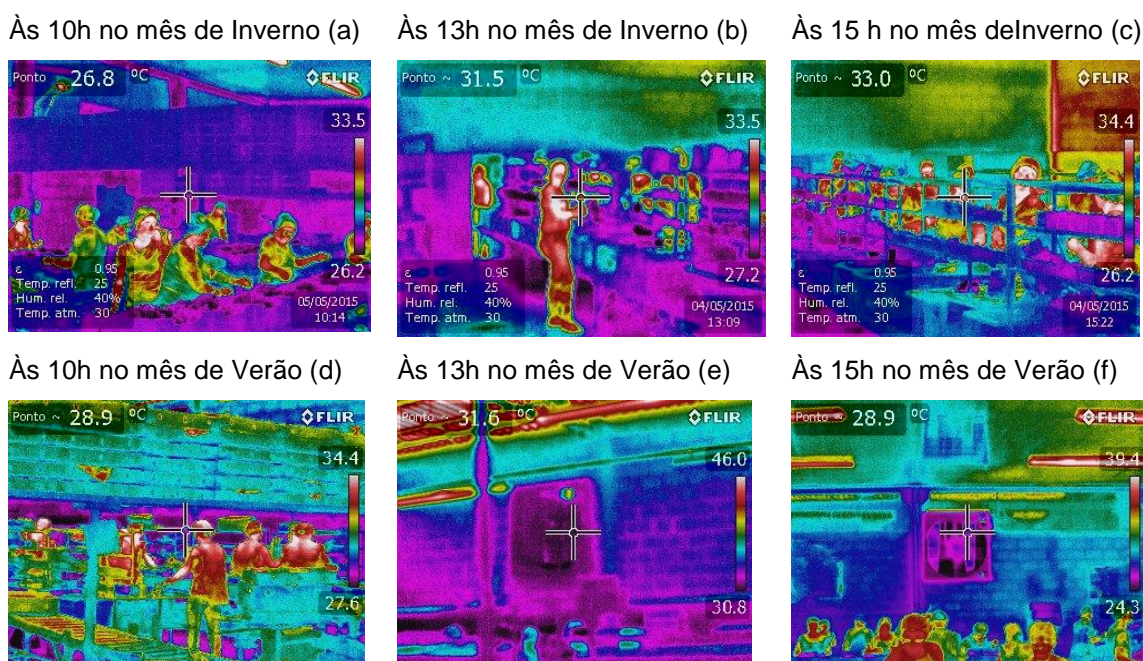


Figura 19 - Termografia Infravermelha do Frutos do Sol, nos horários das 10 horas no mês de inverno (a) ,13 horas no mês de inverno (b), 15 horas no mês de inverno (c), 10 horas no mês de verão (d), 13 horas no mês de verão (e), 15 horas no mês de verão (f).

A *packing house* da Frutos do Sol ao comparar suas análises pontuais imagens da figura 19 (a) e (d), nota-se que a fonte de aquecimento foi o calor humano transmitido ao ambiente da seleção das frutos e o material de

cobertura com diferenças entre as épocas de verão e inverno de 1,1 °C para as 10 horas da manhã.

Ao analisar os dados da temperatura do ar média para os referidos horários (Figura 10 e 14) no *Packing House*, para época de inverno às 10 horas da manhã estimou-se uma média de 27,1 °C e no verão de 28,2°C. Quanto a escala termográfica do inverno o ambiente variou de 26,2 a 33,5°C e no verão de 27,6 a 34,4°C.

Para às 13 horas, o *packing house* da Frutos do Sol em suas análises pontuais comparando as imagens da figura 19 (b) e (e), notou-se que a grande fonte de aquecimento foram as lâmpadas que iluminam a bancada da seleção dos frutos e o telhado com diferenças entre as máximas nas épocas de verão e inverno de 12,5 °C

A temperatura do ar média para as 13 horas no *Packing House*, para época de inverno estimou-se uma média de 28,9 °C e no verão de 30,3°C (Figura 10 e 14). E na escala termográfica do inverno o ambiente varia de 23,3 a 35,4°C no verão de 28,8 a 56,4°C.

Para às 15 horas da tarde, a Frutos do Sol em suas análises pontuais comparando as imagens da figura 19 (c) e (f), notamos que a grande fonte de aquecimento são as lâmpadas que iluminam a seleção dos frutos, a alvenaria e o telhado que transfere a energia por condução (Tabela 3), com diferenças entre as máximas na épocas de verão e inverno de 5,0 °C

A média da temperatura para às 15 horas no *Packing House*, para época de inverno estima-se uma média (Figura 10 e 14) de 30,3 °C e no verão de 30,2°C. E na escala termográfica do inverno o ambiente varia de 26,2 a 34,4°C no verão de 24,3 a 39,4°C.

Sendo assim as médias estimadas condizem com escala da termografia infravermelha nas épocas de inverno e verão, mas a análise pontual nos indica que principais fontes de aquecimento são as lâmpadas, calor humano, telhado e alvenaria, transferindo energia por condução pelos materiais, e transpiração pelo calor humano.

A *packing* Frutos do Sol nos horários de inverno e verão não estiveram em nenhum horário pelas análises termográficas em condições ideais para os frutos que é uma temperatura de 20 °C (EMBRAPA, 2010), mesmo buscando

as mínimas nas escalas não é possível promover em algum horário condições ideais para os frutos.

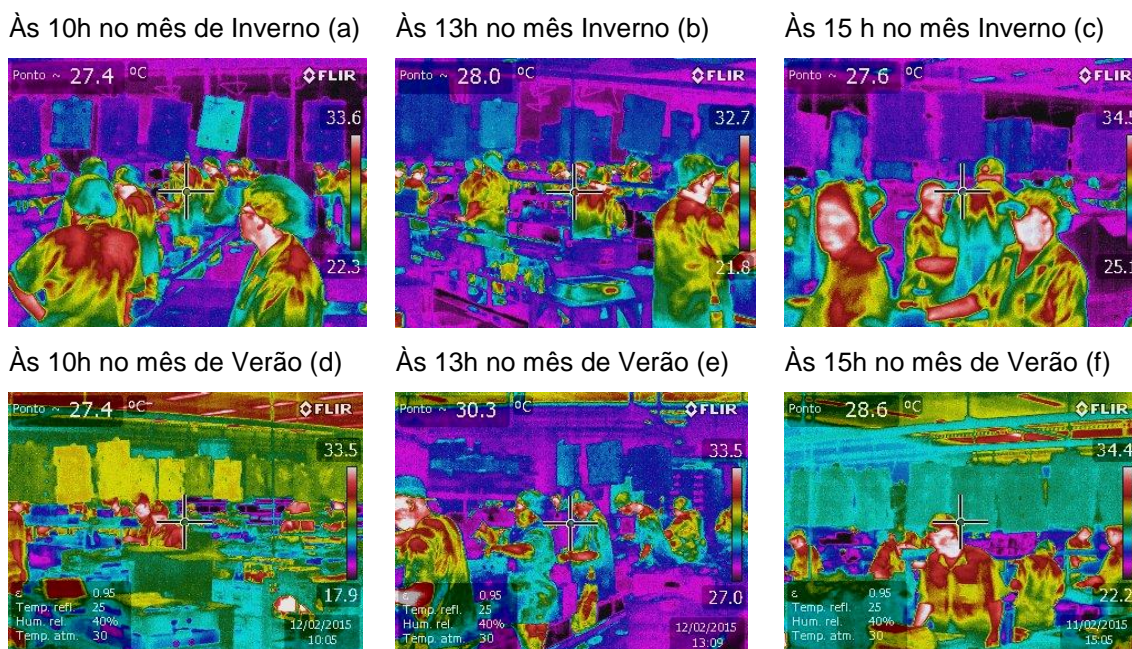


Figura 20- Termografia Infravermelho do *Special Fruit*, nos horários das 10 horas no mês de inverno (a) ,13 horas no mês de inverno (b) , 15 horas no mês de inverno (c), 10 horas no mês de verão (d), 13 horas no mês de verão (e), 15 horas no mês de verão (f).

Quanto a *Special Fruit* comparando suas análises das fotos térmicas da instalação da seleção da *packing house*, observou-se na figura 20 (a) e (d), onde a fonte de aquecimento, é o calor produzido pelos trabalhadores e transmitido ao ambiente do setor de seleção dos frutos, a iluminação e o forro de PVC, contribuem para o aquecimento, desta forma as diferenças entre as épocas de verão e inverno são de 0,1 °C para às 10 horas da manhã.

Analisando os dados da temperatura do ar média (Figura 10 e 14) para às 10 horas no *Packing House*, para época de inverno, obteve-se uma média de 23,5 °C e no verão de 28,2°C. Quanto a aferição da escala termográfica do inverno o ambiente varia de 22,3 a 33,6°C no verão de 17,9 a 33,5°C.

Para este horário o *packing* da *Special Fruit* promove a temperatura ideal para as frutas mesmo na época do verão chegando a mínimas de 17,9°C na seleção, a temperatura está abaixo dos 20°C previsto pela Embrapa.

Para às 13 horas, a seleção da *Special Fruit* em suas imagens pontuais comparando com a figura 20 (b) e (e), percebe-se diferenças entre as máximas nas épocas de verão e inverno de 0,8 °C.

A temperatura do ar média para às 13 horas (Figura 10 e 14) na seleção do *Packing House*, para época de inverno estima-se uma média de 25,4 °C e no verão de 30,5°C. Na escala termográfica do inverno o ambiente varia de 21,8 a 32,7°C no verão de 27,0 a 33,5°C.

Para às 15 horas, a *Special Fruit* em suas análises pontuais comparando as imagens da figura 20 (c) e (f), notamos pouca variação na temperatura com diferença de 0,1 °C.

Os dados da temperatura do ar média às 15 horas (Figura 10 e 14) para época de inverno, possui uma média de 25,6 °C e no verão de 31,1°C. E na escala termográfica do inverno o ambiente varia de 25,1 a 34,5°C no verão de 22,2 a 34,4°C.

As médias obtidas (figura 10 e 14) condizem com escala da termografia infravermelha (Figura 20), mas a análise pontual nos indica que as principais fontes de aquecimento são o calor humano, iluminação e o forro de PVC.

A *packing* da *Special Fruit* nos horários de inverno e verão estiveram com temperatura ideal para uvas apenas às 10 horas da manhã. No período da tarde às 13 e 15 horas não proporcionou a temperatura de 20 °C (EMBRAPA, 2010), estabelecida como zona ideal para uvas de mesa.

Tais condições pode ser explicado devido ao condicionamento de ar não ser dimensionado para temperatura ideal para uva, pois o fluxo de frutos no período da tarde é sempre maior que pela manhã, e o condicionamento de ar não consegue atender tamanha demanda.

5.3. Espacialização do ambiente

Tabela 5 – Valores dos variogramas de temperatura do ar às 10, 13 e 15 horas para época de Inverno das casas de embalagens.

Variogramas da Época de Inverno					
Temperatura às 10 H	Modelo	C_0	$C_0 + C$	A	R^2
Salva Terra	Exponencial	0.0064	0.0886	2.31	0.94
Frutos do Sol	Gaussiano	0.087	0.0448	6.05	0.99
Special Fruit	Exponencial	0.0079	0.0545	1.99	0.99
Temperatura às 13 H					
Salva Terra	Esférico	0.0127	0.0764	14.95	0.87
Frutos do Sol	Gaussiano	0.0107	0.0749	3.07	0.99
Special Fruit	Exponencial	0.0183	0.0366	4.56	0.41
Temperatura às 15 H					
Salva Terra	Gaussiano	0.0141	0.0223	11.16	0.98
Frutos do Sol	Esférico	0.0169	0.12880	5.81	0.99
Special Fruit	Gaussiano	0.0001	0.0962	5.32	0.83

Lengenda: C_0 = Efeito Pepita ; $C_0 + C$ = Patamar ; A = Alcance; R^2 = Coeficiente de Correlação

Na validação dos dados com os variogramas (tabela 5) a temperatura às 10 horas na área de seleção da Salva Terra teve uma alta correlação com R^2 de 94% com o efeito pepita com valores baixos próximos a 0 e o efeito patamar ($C_0 + C$) com valores expressivos mostrando a dependência da temperatura pela distância obtendo um alcance de 2.31 (valor a qual as amostras correlacionam-se espacialmente), o melhor modelo para atuar nestes dados foi o exponencial onde obteve-se um lag de 11,4 metros.

Quanto a variograma das 13 horas da seleção da Salva Terra, pelo variograma (tabela 5), possui um R^2 de 87% obteve-se uma efeito patamar elevado assim como o alcance 14.95, e um lag de 18 metros. Tal parâmetro atingiu estabilidade pelo modelo esférico.

No que se refere a variograma da Salva Terra (tabela 5), para às 15 horas, o efeito pepita chegou próximo a zero e o patamar foi significativo, o alcance obteve-se dados de 11.16 (valor a qual as amostras correlacionam-se espacialmente) foi possível observar que a distância no ponto máximo aos 22 metros tende a possuir uma estabilidade. O R^2 apresentou 98% e o modelo a qual mais se adequou aos dados foi o Gaussiano. A necessidade de se possuir a distância máxima para estabilidade já envolve vários fatores como o

aquecimento durante o dia da alvenaria, o telhado já bastante aquecido os ventiladores funcionando como insufladores de ar quente por estar localizados muito próximos a cobertura, são observações que devem ser apontadas.

O variograma da *Special Fruit* das 10 horas (tabela 5) obteve-se um R^2 de 99%, com efeito pepita baixo e patamar elevado, usando o modelo exponencial para obtenção do variograma. O lag se deu com 8 metros de distância.

Special Fruit às 13 horas (tabela 5) o R^2 de 41%, possuindo patamar acentuado e alcance de com 4.56, e Lag de 14 metros evidencia uma tendência a estabilidade, o modelo que melhor adequou os dados foi o modelo exponencial.

Às 15 horas a *Special Fruit* (tabela 5), pode-se observar um R^2 de 83% mas com um efeito pepita baixo e patamar muito elevado, mostrando a boa correlação dos dados apresentados e um alcance elevado, com o modelo Gaussiano utilizado, com lag de 14 metros.

O variograma da seleção da Frutos do Sol às 10 horas (tabela 5) obteve-se um coeficiente de correlação de R^2 de 99%, com efeito pepita baixo, patamar elevado e alcance de 6.05 usando o modelo Gaussiano e lag de 8.6 metros.

Nas 13 horas a Frutos do Sol (tabela 5) apresenta efeito pepita baixo com patamar elevado mas com alcance baixo, obtendo coeficiente de correlação de R^2 de 99% usando o modelo Gaussiano, e lag de 8.6 metros.

Às 15 horas o variograma (tabela 5) pode-se observar que que houve efeito pepita mais baixo que o patamar e alcance de 5.81 e obteve-se um R^2 de 99% com modelo esférico com lag de 8 metros.

Tabela 6 – Valores dos variogramas de temperatura do ar às 10, 13 e 15 horas para época de Verão das casas de embalagens.

Variograma da Época de Verão					
Temperatura às 10 H	Modelo	C ₀	C ₀ + C	A	R ²
Salva Terra	Gaussiano	0.0001	0.065	3.06	0.93
Frutos do Sol	Gaussiano	0.0087	0.0448	6.05	0.99
Special Fruit	Gaussiano	0.0003	0.0322	3.6	0.99
Temperatura às 13 H					
Salva Terra	Esférico	0.064	0.407	9.77	0.98
Frutos do Sol	Gaussiano	0.0107	0.0749	3.07	0.99
Special Fruit	Esférico	0.0001	0.0089	5.19	0.99
Temperatura às 15 H					
Salva Terra	Gaussiano	0.0001	0.0273	21.8	0.99
Frutos do Sol	Gaussiano	0.0134	0.0977	6.87	0.99
Special Fruit	Gaussiano	0.0001	0.0972	4.58	0.93

Lengenda: C₀ = Efeito Pepita ; C₀ + C = Patamar ; A = Alcance; R² = Coeficiente de Correlação

No período do verão da Salva Terra às 10 horas, o variograma apresentou efeito pepita zerado com patamar elevado e alcance baixo, usando o modelo Gaussiano apresentou um R² de 93% lag de 11,4 metros (tabela 6).

Nas 13 horas na casa de embalagem da Salva Terra o variograma apresentou os seguinte dados (tabela 6): baixo efeito pepita, alto efeito patamar e alcance com um R² de 98%, e lag de 11,4 metros usando o modelo esférico.

As 15 horas da Salva Terra o variograma (tabela 6), obteve efeito pepita zerado e patamar elevado, alcance muito elevado próximo a distância máxima do mapa que é 22 metros. O R² apresentou 99% e o modelo a qual mais se adequou aos dados foi o Gaussiano. Tais valores apontam que a temperatura do ar possui forte correlação em relação a distância dentro do setor estudado.

O variograma das 10 horas da *Special Fruit* da época do verão (tabela 6) obteve-se baixo efeito pepita, alto efeito patamar e alcance baixo, com um R² de 99% usando o modelo Gaussiano com lag de 8.6 metros.

A *Special Fruit* do variograma das 13 horas (tabela 6) possui baixo efeito pepita, alto efeito patamar e alcance de 5.19 com coeficiente de correlação de R² de 96% usando modelo esférico e lag de 8.6 metros.

Quanto variograma das 15 horas (tabela 6), possui baixo efeito pepita, alto efeito patamar e alcance de 4.58 e o R^2 de 93% ajustado com o modelo Gaussiano, com lag de 14 metros.

O variograma das 10 horas da Frutos do Sol (tabela 6) possui baixo efeito pepita, alto efeito patamar e alcance de 6.05 e obteve um R^2 de 99% usando o modelo Gaussiano e lag de 8.5 metros.

Quando observou-se o variograma das 13 horas da Frutos do Sol (tabela 6) possui baixo efeito pepita, alto efeito patamar e baixo alcance de 3.07 obtém R^2 de 99% com modelo esférico, e lag de 8.5 metros.

. O variograma das 15 horas da Frutos do Sol (tabela 6) possui baixo efeito pepita, alto efeito patamar e alcance de 6.87 observou-se um R^2 de 99% com um modelo esférico, e lag de 8.5 metros.

De acordo com as tabelas 4 e 5 podemos observar que as três casas de embalagens dos referidos packings, nas épocas de inverno e verão estão dispostas de uma forma que a distância dentro do setor é relacionada a temperatura do ar, onde na grande maioria os dados obtidos possuíam efeito patamar elevado e efeito pepita baixo, evidenciando que há um forte dependência na espacialização destas instalações.

Mesmo as instalações que possuem sistemas de climatização a Frutos do Sol e *Special Fruit*, é notória a diferença entre as épocas de inverno e verão onde principalmente o alcance é reduzido, tal parâmetro reflete na qualidade dos materiais de construção e na potência da aclimação, por fim o posicionamento da instalação onde a Frutos do Sol é posicionada no sentido Norte-Sul e *Special Fruit* Leste-Oeste.

Mapas da Espacialização usando o Interpolador da Krigagem

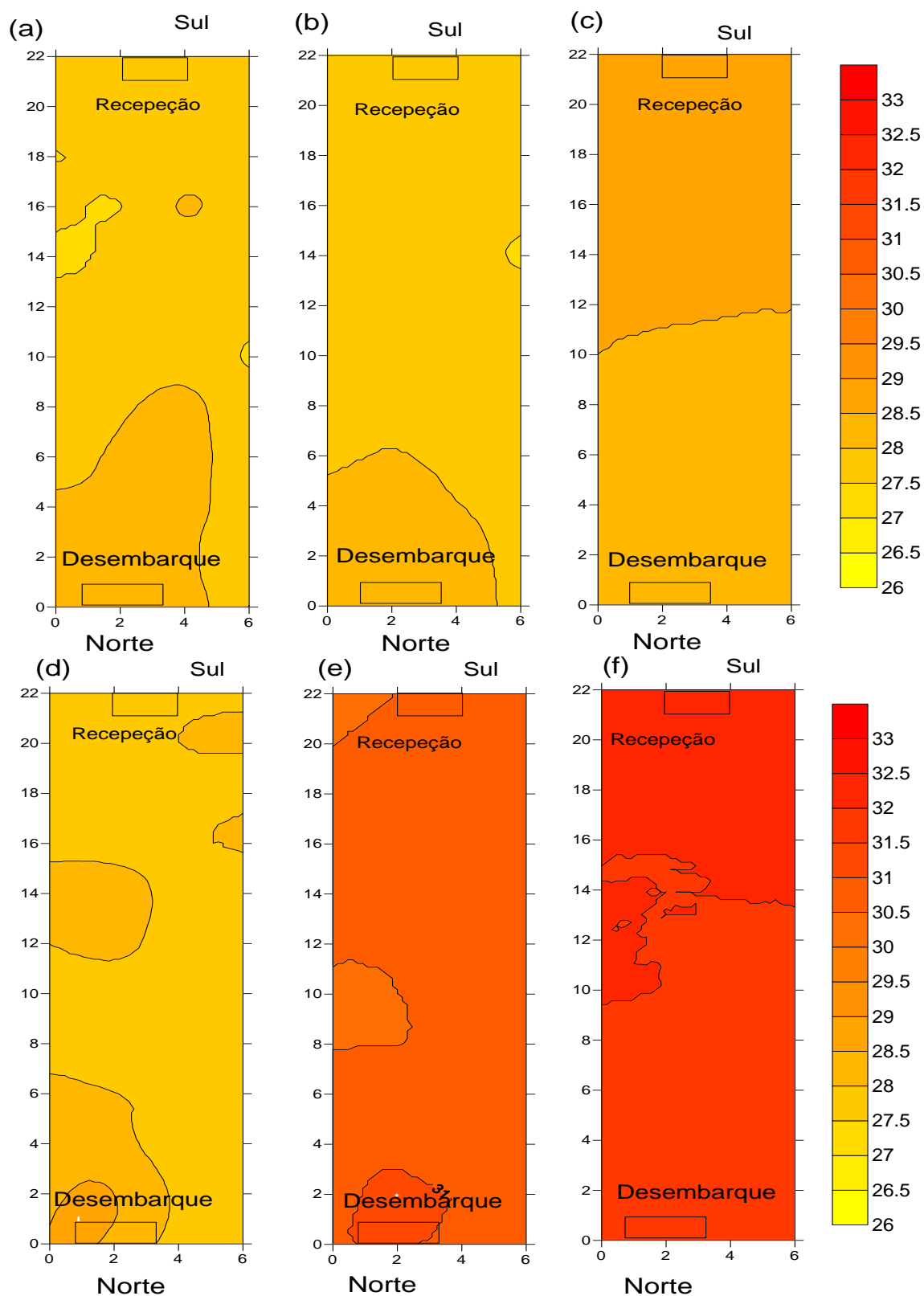


Figura 21- Análise da Krigagem no setor da seleção da packing house da Salva Terra nos horários das 10 horas (a), 13 horas (b) e 15 horas (c) no mês de Inverno. E 10 horas (d), 13 horas (e) e 15 horas (f) no mês de verão

O mapa de temperatura das 10 horas na época de inverno (Figura 21 (a)) nos evidencia que a posição do Sol na época de inverno, forma uma região onde a temperatura do ar está mais elevada no portão de desembarque na casa de embalagem (Figura 4), apesar deste setor possuir cobertura de brita, o portão metálico pintado na cor marrom, proporcionou tal aquecimento. A temperatura mais alta foi de 28°C e a mais baixa de 27°C.

Quando confrontamos com os dados obtidos pelas médias horárias da figura 10, podemos observar que para o mesmo horário a temperatura apresentou média de 26.6°C, portanto dentro da escala do mapa das 10 horas.

A disposição da temperatura às 13 horas no inverno, o aquecimento acontece de forma similar ao das 10 horas (Figura 21 (b)), sendo agravado pelo portão metálico (Figura 4) apresentando máximas de 28°C e mínimas de 27°C. Ao verificar os dados da figura 10 (onde possui os dados médios para referida época), as médias são de 28.9 °C para às 13 horas, apresentando a temperatura mais elevada durante o dia.

Quanto a temperatura às 15 horas no inverno (Figura 21(c)) a posição do sol volta-se em direção a norte da instalação ao portão da recepção onde não possui cobertura do solo na frente da instalação, ou seja grande parte da radiação foi refletida pela cobertura do solo, desta forma parte da radiação incidente no solo é transferida para dentro da instalação por radiação indireta (refletida). O portão da recepção recebe a maior parte do tempo aberto neste horário recebendo as uvas vindas do campo, e na instalação não possui arborização, sombrite, ou até as chamadas “dupla pele” na arquitetura que pode auxiliar a diminuir a radiação direta, conseqüentemente nestes horários ocorreu uma elevação da temperatura no *packing*.

A máxima apresentou-se próximo a recepção de 29°C e a mínima de 28°C próximo ao portão de desembarque. É possível observar no mapa uma divisão destas temperaturas de forma expressiva. Os valores médios da figura 10, para o referido horário temos temperaturas de 28.3°C, menor que a temperatura ocorrida às 13 horas.

O mapa de temperatura das 10 horas na época de verão (figura 21 (d)) é possível observar que a temperatura elevada não é apenas no setor do desembarque como na época de inverno a posição dos ventiladores na

instalação está insuflando o ar quente da cobertura para o interior da instalação apresentando temperaturas de 29.5°C, e mínimas as de 28°C. As maiores temperaturas ocorreram no portão de desembarque e no posicionamento dos ventiladores. De acordo com figura 14, apontou valores médios de 28.9°C condizente com a escala da temperatura da Krigagem.

A disposição da temperatura às 13 horas no verão, a incidência da radiação solar promoveu um aquecimento no desembarque e próximos aos ventiladores (figura 21 (e)), sendo agravado pelo portão metálico apresentando máximas de 31°C e mínimas de 29°C, promovendo comportamento similar ao das 10 horas da manhã. Comparando os dados da figura 14, os dados médios foram de 32 °C para às 13 horas, apresentando a temperatura mais elevada que a época de inverno em 3°C (figura 21(b)).

A temperatura às 15 horas no verão (figura 21(f)) a posição do sol já volta-se em direção ao portão da recepção onde não possui cobertura no solo, ou seja grande parte da radiação foi refletida pela cobertura do solo, desta forma parte da radiação incidente no solo é transferida para dentro da instalação por radiação indireta (refletida). O portão da recepção fica a maior parte do tempo aberto neste horário recebendo as uvas vindas do campo, e na instalação não possui nenhum mecanismo de para diminuir a radiação indireta como exemplo a cerva viva, dupla pele e o sombrite, conseqüentemente nestes horários o packing apresenta grande deficiência.

A máxima apresentou-se próximo a recepção de 33°C e a mínima de 31.5°C próximo a desembarque. A diferença entre as máximas entre o inverno e verão para o horário foi de 4°C. É possível observar no mapa uma divisão destas temperaturas de forma expressiva. Quando observa-se os valores médios da figura 14, para o referido horário temos temperaturas de 32.7°C portanto dentro da escala da Krigagem.

Desta forma para nenhum horário nas épocas de inverno e verão não foi possível obter uma temperatura ideal de 20°C (Embrapa,2010), onde tais temperaturas podem provocar danos na pós colheita dos frutos.

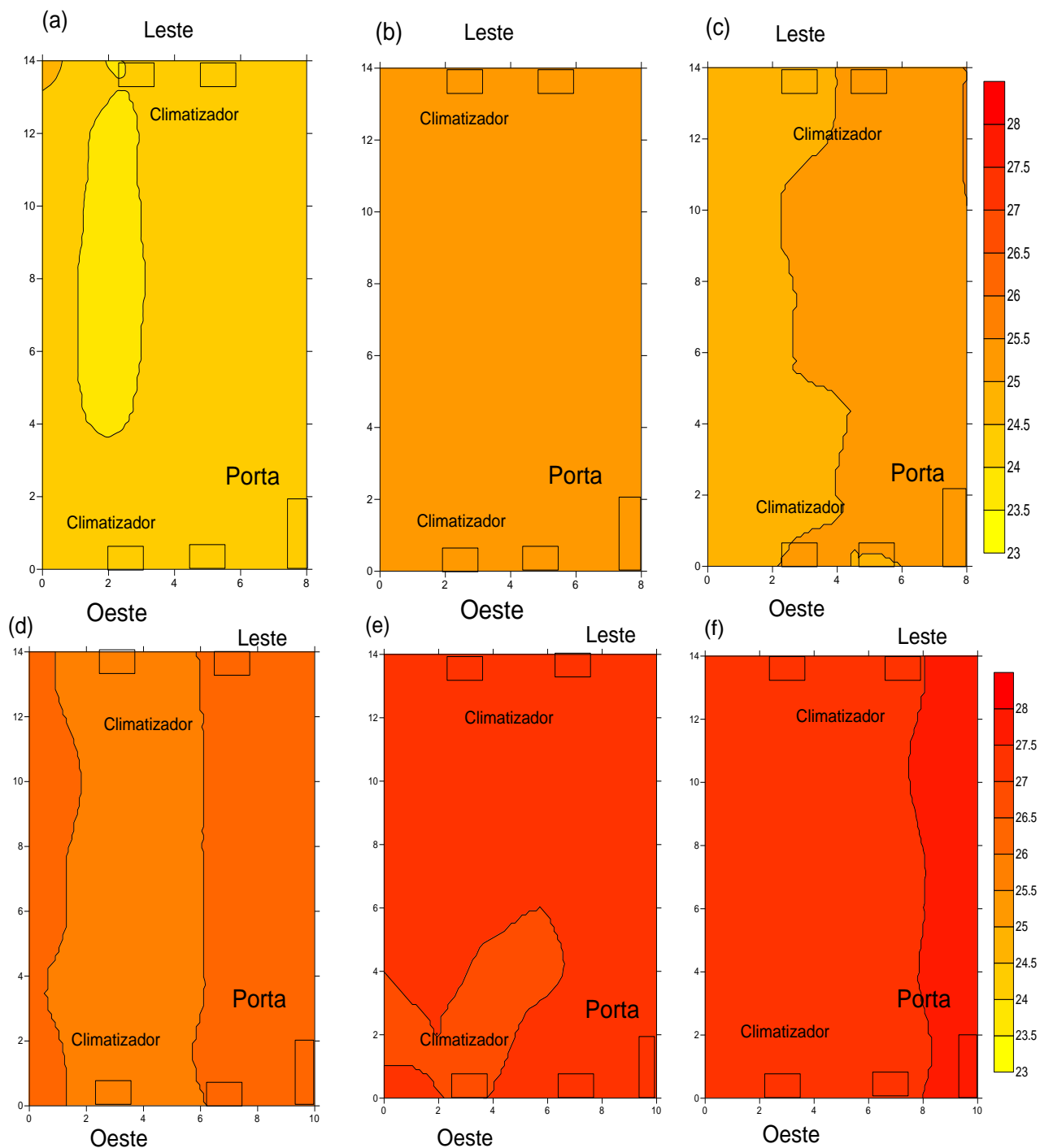


Figura 22 - Análise da Krigagem no setor da seleção da *packing house* da *Special Fruit* nos horários das 10 horas (a), 13 horas (b) e 15 horas (c) no mês de Inverno, 10 horas (d), 13 horas (e) e 15 horas (f) no mês de verão.

Para a *packing house* da *Special Fruit* observou-se que as 10 horas (Figura 22 (a)), a menor temperatura apresentada foi de 24°C formando circulação de ar devido ao efeito dos climatizadores funcionando em apenas um lado. Quanto ao restante do local a temperatura chega aos 25°C com

extremidade de 25.5°C. Desta forma o ambiente climatizado apresenta uma temperatura uniforme, apesar de não ser a ideal, pode-se observar a homogeneidade e a baixa eficiência dos climatizadores. A figura 10 apresenta valores de 23.6°C dentro da faixa da Krigagem.

Às 13 horas, (figura 22 (b)) a instalação apresentou característica peculiar ocorrendo uma homogeneidade da disposição da temperatura de 25°C. A temperatura pelos dados médios (figura 10) foi de 25.4°C tendo correlação com os dados obtidos pela Krigagem, onde todos os equipamentos funcionam integralmente neste horário, pois é o retorno do almoço dos trabalhadores.

Às 15 horas (figura 22 (c)) é possível observar uma divisão no setor da seleção, tal fato acontece na tentativa de homogeneizar a temperatura do ar no ambiente com mínimas de 24.5°C e máximas de 26°C. Todos os climatizadores ligados promovem uma rotação do ar climatizado no intuito de uniformizar a temperatura no ambiente. A média dos dados observados (Figura 10) foi de 25.6 °C, dentro da faixa da Krigagem.

Na estação de verão, a temperatura às 10 horas (Figura 22 (d)) observou-se que, a menor temperatura apresentada foi de 25°C formando um bolsão de ar devido ao efeito dos climatizadores funcionando em apenas um lado. Quanto ao restante do local a temperatura chega aos 26.5°C. A figura 14, apresenta médias dos valores 28°C no interior da instalação, dentro do limite máximo da faixa da Krigagem.

Desta forma o ambiente climatizado uniformizou a temperatura, apesar de não ser a ideal (20°C), pode-se observar que possui uma homogeneidade da temperatura do ar no ambiente, devendo-se observar que esta instalação neste período de verão estava em sua capacidade máxima de produção tendo jornadas até as 20 horas.

A disposição da temperatura às 13 horas (Figura 22 (e)) apresentou característica onde a variação da temperatura interna do *packing house* foi pequena, de 27°C e 28 °C, formando uma região isolada com temperatura mais baixa pôr estar próximo as climatizadores. A temperatura pelos dados médios (Figura 14) foi de 30.5°C para o interior da instalação, fora da escala da Krigagem do presente mapa

Às 15 horas (Figura 22 (f)), é possível observar que a temperatura no ambiente com mínimas de 27°C e máximas de 28°C. Os climatizadores todos ligados promovem uma rotação do ar climatizado no intuito de uniformizar a temperatura no ambiente, mas o excesso do contingente promove um aquecimento no ambiente. Quando confrontamos os dados com a média (Figura 14) de 31.1 °C, fora da faixa da Krigagem.

Nas épocas de inverno e verão, na *Special Fruit* não atingem o ponto ideal para o setor de seleção que é de 20°C, em nenhum dos horários observados.

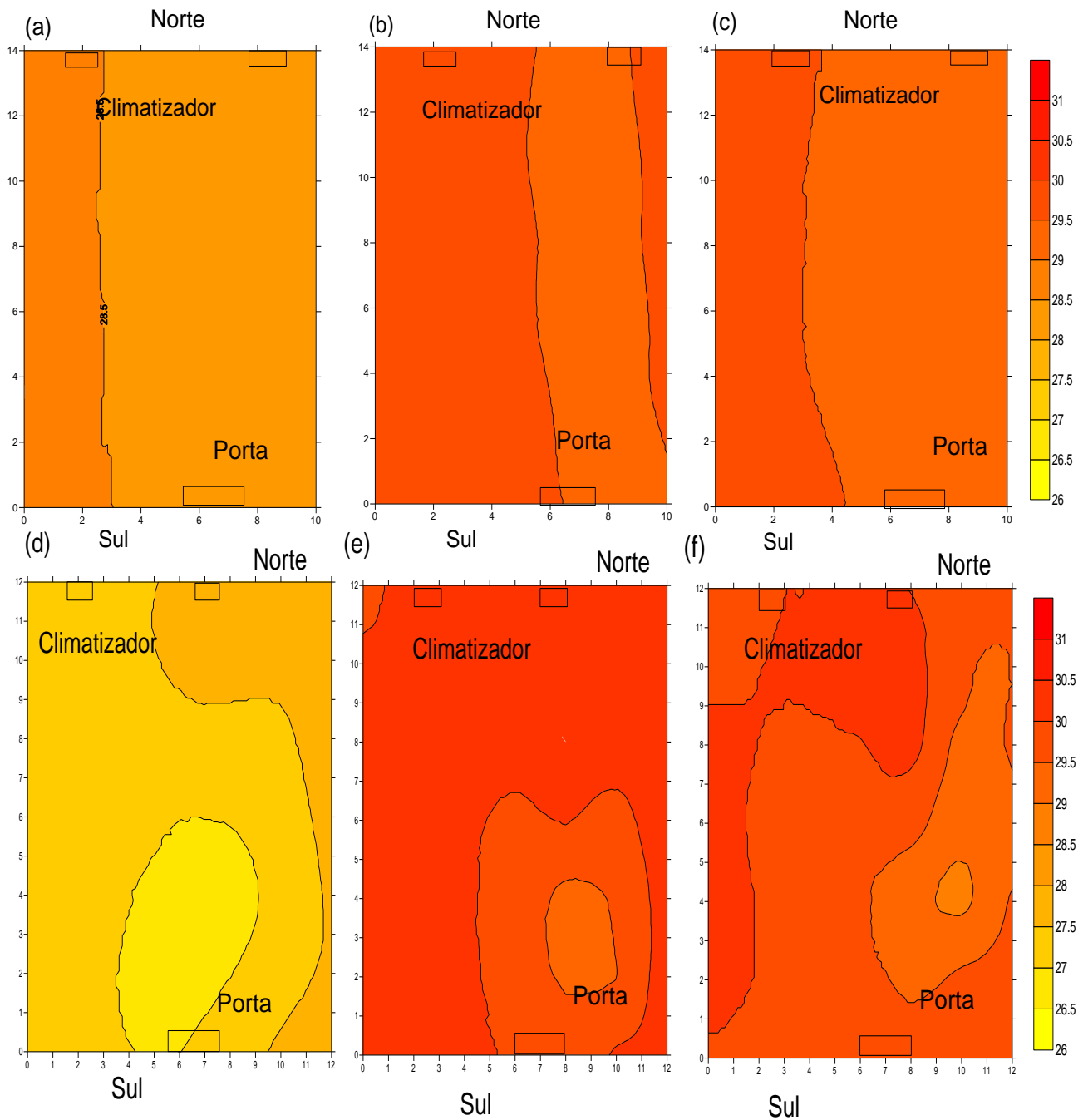


Figura 23- Análise da Krigagem no setor da seleção da *packing house* da Frutos do Sol nos horários das 10 horas (a), 13 horas (b) e 15 horas (c) no mês de Inverno, 10 horas (d), 13 horas (e) e 15 horas (f) no mês de Verão.

A observação das 10 horas da manhã na estação de inverno (Figura 23 (a)) observar-se que o lado que possui menor temperatura de 27.5°C é devido ao posicionamento dos climatizadores reduzindo tal temperatura e a máxima possui temperatura de 28.5°C posição a qual possui apenas ventiladores para

homogeneizar a temperatura do ar ao longo do ambiente. Ao observar a figura 10, a temperatura média de 27.1°C dentro da escala da Krigagem.

A disposição da temperatura às 13 horas, para a estação de inverno (Figura 23 (b)), por conta do aquecimento da radiação solar durante o dia, observa-se um acréscimo geral na instalação onde os climatizadores reduzem a temperatura do ar próximo as suas dependências (28.5 a 29.5°C) formando sempre uma corrente de ar mais elevada dentro da instalação.

Os dados médios (figura 10) apresenta temperatura de 29.9°C, dentro da escala da Krigagem. Um fator para contribuição, são as formas de construção da alvenaria deste *packing* onde possui bloco de concreto com apenas um revestimento, e o tipo de telha que não contribui pois a mesma aquece durante o dia e transfere a energia absorvida durante a noite, sendo assim a transferência de energia por condução é mais elevada em relação as outras instalações (tabela 3).

A temperatura às 15 horas, para a estação de inverno (Figura 23 (c)) pode-se observar que a mínima de 29°C acontece próximo aos climatizadores e a máxima 30°C, acontece próximo aos ventiladores aquecendo de forma gradativa, devido a transferência de energia térmica dos materiais da construção, além da incidência radiação solar.

A temperatura média (Figura 10) de 30.3°C, apresentou dados dentro da escala da Krigagem o aquecimento gradativo é justificado pela (Tabela 3) dos dados da *packing* onde apresenta maior transferência de energia por condução neste horário.

A observação das 10 horas da manhã na estação de verão (Figura 23(d)) é possível observar que o lado que possui menor temperatura de 26°C promove uma circulação de ar dentro do setor da seleção, nesta época apenas um lado deste *packing house* estava em funcionamento, tal lado é a distância no eixo X de 6 a 12 metros. A temperatura mais baixa se deu próximo aos climatizadores com temperatura de 28°C.

Quando observou-se a média da temperatura de 28.2°C, tais valores estão dispostos na escala da Krigagem e muito próximo da máxima do ambiente no horário.

A temperatura às 13 horas para a estação de verão (Figura 23(e)), observou-se que o uso dos climatizadores e exaustores ajudaram na redução

da temperatura (eixo x de 6 a 12 metros e y de 0 a 12 metros) o restante do local que estava sem funcionamento promoveu um aquecimento com circulação do ar pelos ventiladores onde obtemos mínimas de 29°C e máximas de 31°C. A temperatura na figura 14, observou-se médias de 30.5°C dentro da escala da Krigagem. O aquecimento da época do verão contribuiu para transferência de calor por condução ser mais acentuada (Tabela 2).

As 15 horas para a estação de verão da Frutos do Sol (Figura 23 (f)) a temperatura apresentada estava disposta entre 29 e 31 °C onde o posicionamento dos climatizadores e exaustores possuem temperaturas mais baixas (eixo X de 6 a 12 metros e Y de 0 a 12 metros) e o lado sem funcionamento com temperaturas mais elevadas provendo uma circulação de ar dentro do setor de seleção. A média apresentada na figura 14 foi de 30.2°C, dentro da escala da Krigagem.

Desta forma é notório que as instalações não obtiveram êxito quanto ao requisito de se adequar a temperatura ideal de 20°C (Embrapa, 2010) dentro do setor da seleção nas duas épocas experimentais, sendo necessário o uso e melhores condições construtivas e o devido condicionamento para manutenção da temperatura nestes ambientes, para que não haja possíveis perdas na pós colheita da uva.

6. CONCLUSÕES

É possível observar que os ambientes dos *packing houses* estudados não proporcionaram condições ideais nos ambientes dos setores de seleção para as uvas nos períodos de inverno e verão que seria de 20°C e 90% de umidade relativa, podendo desta forma afetar a qualidade das mesmas;

É notório que o material de cobertura, influencia drasticamente na transmissão de energia por condução e radiação. Tal parâmetro é uma importante ferramenta para nortear um bom dimensionamento de um *packing house*.

Desta forma, adequar estas instalações ao uso climatizadores dimensionados para as condições térmicas da região e a aplicação de materiais e técnicas de construção que melhorem o desempenho destas

instalações é fundamental para o desenvolvimento da fruticultura do Vale do Sub-Médio São Francisco.

7. REFERENCIAS

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; COLDEBELLA, A.; LOPES, L. S.; CONCEIÇÃO, V.; TOMAZELLI, I. L. Análise termográfica da temperatura superficial de telhas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande. v.15, n.11, p.1193–1198, 2011.

ABREU, P.G. Sistemas de aquecimento em piso, com resistência elétrica, para criação de aves. Viçosa: UFV, 1998. 105p. Tese (doutorado).

ABREU, P.G., ABREU V.M.N., FRANCISCON, L., COLDEBELLA, A., 2008. Estimativa da temperatura de globo negro (TGN) a partir da temperatura de bulbo seco (TBS) para o cálculo do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) e da carga térmica de radiação (CTR) (perguntar ao Paulo onde foi publicado)

ALBRIGHT, L. D. Environment control for animals and plants. Saint Joseph: American Society of Agricultural Engineers Michigan, 1990. 453 p. (ASAE Textbook, 4) Appl Energy 2013; 104:845–59.

ARMELIN, H.S.; CHERRY, N. Avaliação do uso e desempenho de barreiras de Ascione F, Bianco N, de' Rossi F, Turni G, Vanoli GP. Green roofs in European ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. **Manual Técnico de Alvenaria**. São Paulo: ABCI/PROJETO, 1990. 280 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6401: instalações centrais de ar-condicionado para conforto: parâmetros básicos de projeto. Rio de Janeiro, 1980.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Orientação Técnica sobre Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior, em Ambientes Climatizados Artificialmente de uso Público e Coletivo. Brasília, 2003. (Resolução RE9).

BARNABE, J. M. C. ; **PANDORFI, H.** ; ALMEIDA, G. L. P. ; GUISELINI, C. ; JACOB, A. L. . Conforto térmico e desempenho de bezerras Girolando alojadas em abrigos individuais com diferentes coberturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* (Online), v. 19, p. 481-488, 2015.

BALLINGER, W.E., NESBITT, W.B. Quality of *Euvitis hibrid* Bunch. grapes after low temperature storage with sulfúrico dioxide. **HortiScience**, Alexandria, v.109, n.6, p.831-834, 1984.

Bojic M, Yik F, Wan K, Burnett J. Influence of envelope and partition characteristics on the space cooling of high-rise residential buildings in Hong

BOTEON, M. **Cadeia agroindustrial de citros**. Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/indicador/citros/cadeia_citros.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2008.

BLEINROTH. E.W. **Curso de frigoconservação de frutas**. Campinas : ITAL, 1984. 138p.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 6 ed. São Paulo: Saraiva, 2010. xii, 526 p

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Política Agrícola. Comércio Nacional Brasileiro. **Estatísticas agrícolas**.

BRASIL. **Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010**, que regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética Edificações Residenciais. Rio de Janeiro, 2010.

BRATASZ, L. Allowable Microclimatic Variations in Museums and Historic Buildings: reviewing the guidelines. In: CLIMATE FOR COLLECTIONS: STANDARDS AND UNCERTAINTIES, Munich, 2012. **Proceedings...** Munich, 2013. buildings. Build Environ 1996;31:27–39.

CAMERINI, N. L.; NASCIMENTO, J. W. B. do; FOOK, M. V. L.; SOARES, E.A.; SILVA, F.A.S. Análise de variáveis ambientais em modelos reduzidos de instalações agropecuárias com forro de resíduo de EVA. Revista Eletrônica de Materiais e Processos, Campina Grande, v.4.2, p. 40-47, 2009.

Camargo E. C. G. **GEOESTATÍSTICA: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES. 2011.**

CAVALCANTI, M. A. V. ; Mendes, J.U.L ; CAVALCANTI, B. T. V. ; SILVEIRA, F. F. . Comparative analysis of the efficiency of thermal systems built with reflective insulators with and without vacuum. **Thermal Engineerin**, Natal, v. 8, n. 2, p. 15-20, 2009.

CENCI, S.A., CHITARRA, M.I.F. Controle da abscisão póscolheita de uva 'Niágara Rosada' **Vitis (labrusca L. x vinifera L.)**: mecanismos decorrentes da aplicação de ANA e cálcio no campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n.1,p.146-155,1994..

CENCI, S.A.,2006. **Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar**. In: Fenelon do Nascimento Neto. (Org.) Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar. 1ª ed. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, p.67-80.

CERDEIRA, F.; VÁSQUEZ, M. E.; COLLAZO, J.; GRANADA, E. Applicability of infrared thermography to the study of the behavior of stone panels as building envelopes. **Energy and Buildings**, Oxford, v. 43, p. 1845 - 1851 , 2011.

CEPEA 2008, **Produção de uva no Vale do São Francisco**. Disponível em <<http://www.cepea.esalq.usp.br/>> acessado : 15 de jul. 2015

CEPEA 2014, **Produção de uva no Vale do São Francisco**. Disponível em <<http://www.cepea.esalq.usp.br/>> acessado : 15 de jul. 2015

CHEN, Y. The Intervention of plants in the conflicts between buildings and climate — A case study in Singapore. A thesis submitted for the degree of doctor of philosophy department of building national University of Singapore , 2006.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 785 p.

CORGNATI, S. P.; FILIPPI, M. Assessment of Thermo-Hygrometric Quality in Museums: method and in-field application to the “Duccio di Buoninsegna” exhibition at Santa Maria della Scala (Siena, Italy). **Journal of Cultural Heritage**, v. 11, n. 3, p. 345-349, july/set. 2010.

Costa A, Keane MM, Torrens JI, Corry E. Building operation and energy performance: monitoring, analysis and optimization toolkit. *Appl Energy* 2013;101:310–6.

COULSON, K. L. **Solar and Terrestrial Radiation**. Academic, San Francisco, 1975.

DACANAL, C. ; TURCO, S. H. N ; LUZ, S. N ; VASCONCELOS, O.C.M. **AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO DE PACKING HOUSES DE FRUTAS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO**, ENTAC, 2014; 2041 – 2050.

DELEO, J.P. **HORTIFRUTI BRASIL. A SUSTENTABILIDADE DA UVA NO VALE DO SÃO FRANCISCO** ed. Nov 2012.

EMBRAPA, **Sistemas de Produção da Videira** , 2010. Disponível em <<sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>> acesso 22 jun.2015.

ENGLISH NATURE. Green roofs: Their existing status and potential for conserving biodiversity in urban areas. *English Nature Report*. n. 498. 2003. *Environ* 2007;42:3830e6

ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. West Port CT: ABI, 1982. 325p.

FAOSTAT, 2013. Dados da produção. Disponível em << <http://faostat.fao.org> >>. Acesso em Out. 2013.

FERRER, M.M., TORRALLARDONA, S.D. **Frigoconservacion y manejo, frutos, flores y hortaliças**. Madrid:Aedos, 1970. p.13-160.

Fiaschi D, Bandinelli R, Conti S. A case study for energy issues of public buildings and utilities in a small municipality: investigation of possible improvements and integration with renewables. *Appl Energy* 2012;97:101–14.

FIGLIOLI, J.; SCHMIDT, R.; KAWABATA, C. Y.; OLIVEIRA, C. E. L.; SAVASTANO JUNIOR, H.; ROSSIGNOLO, J. A. Eficiência térmica de telhas onduladas de fibrocimento aplicadas em abrigos individuais para bezerros expostos ao sol e à sombra. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.1, p.64-67, jan, 2012.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R.; Manual de conforto térmico. , 243 pag. 7. Ed - São Paulo: Studio Nobel, 2001.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R.; Manual de conforto térmico. , 243 pag. 7. Ed - São Paulo: Studio Nobel, 2007.

GARCIA, A.D. **El empleo dei anidrido sulfuroso em la comercializacion de la uva de mesa**. Madrid : Ministério da Agricultura, 1967. 129p.

GHELFI FILHO, H.; SILVA, I.J.O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.51, n.1, p.1-7, 1991.

GARTLAND, L. Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. Silvia Helena Gonçalves (Trad.). São Paulo: Oficina de Textos. 2010. 243 p.

GETTER, K.; ROWE, D. B.; et al. Carbon sequestration potential of extensive green roofs. *Environmental Science & Technology*. v.43, n. 19, p. 7564- 7570. 2009.

Goyal S, Ingley HA, Barooah P. Occupancy-based zone-climate control for energy-efficient buildings: complexity vs. performance. *Appl Energy* 2013;106:209–21.

Huang Y, Niu JL, Chung TM. Study on the performance of energy-efficient retrofitting measures on commercial building external walls in cooling-dominated IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA, 2013.

HARDENBURG, R.E., WATADA, A.E., WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables and florist and nursery stocks**. Washington : USDA, 1986. 130p.(Agriculture Handbook, 66).

SIDRA Sistema IBGE de Recuperação Automática. Web site: <http://www.sidra.ibge.gov.br> . Acesso em abril de 2014

ISAACS, Edward H.; SRIVASTAVA, R.M. An Introduction to Applied Geostatistics. NY: Oxford University Press, Inc., 1989.

JÁCOME, I.M.T.D.; FURTADO, D.A.; LEAL, A.F.; SILVA, J.H.V.; MOURA, J.F.P. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.55, p.527-531, 2007.

JARRETA NETO, C. Termografia aplicada à detecção e dimensionamento de descontinuidades em tubulações de compósito. 2009. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalurgia e Materiais) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

Jo JH, Carlson JD, Golden JS, Bryan H. An integrated empirical and modeling JONSSON, A.; ROOS, A. Evaluation of Control Strategies For Different Smart Window Combinations Using Computer Simulations. **Solar Energy**, v. 84, n. 1, p. 1-9, 2010.

KIM, T. J.; PARK, J. S. Natural Ventilation With Traditional Korean Opening in Contemporary House. **Building and Environment**, v. 45, p. 51-57, 2010.

Lam JC, Hui SCM. Sensitivity analysis of energy performance of office Kong. *Build Environ* 2002;37:347–55.

LAPERELLI, R.A.C.; ROCHA, J.V.; BORGUI, E. **Geoprocessamento e Agricultura de Precisão**: fundamentos e aplicações. Guiabá Agropecuária, 2001.

LEMBO, Arthur J.; MAGRI, Antonio. Geostatistics. Paper apresentado durante a ministração do curso *Spatial Modeling and Analysis – CSS 620*, do Department of Crop and Soil Sciences, Cornell University, Ithaca, NY, 2002.

LEMBO, Arthur J.; MAGRI, Antonio. Geostatistics. Paper apresentado durante a ministração do curso *Spatial Modeling and Analysis – CSS 620*, do Department of Crop and Soil Sciences, Cornell University, Ithaca, NY, 2002.

Mahmoud AHA. Analysis of the microclimatic and human comfort conditions in an urban park in hot and arid regions. *Build Environ* 2011;46:2641 e56.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, Acesso < <http://www.agricultura.gov.br> > Abr. 2014.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, Acesso < <http://www.agricultura.gov.br> > Mar. 2015.

MARINO, S. Onde estão os parceiros logísticos para o projeto de banco de caixas? **Revista Tecnológica**, jan. 2002.

MANSOUR, K.M., ZEINAB, M., TOBSHY, E.L, **et al.** Effect of in - package SO₂ - gerador on postharvest decay and quality of banati grapes. *Egyptian Journal of Horticulturae*, Cairo, v.II,n.II,p.I2-18,1984.

MEDEIROS, S. R. R. Utilização da técnica de co-krigagem com inclinação máxima e altitude do terreno no delineamento de zonas de manejo: granulometria do solo e disponibilidade hídrica /98 p. : il.Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2012.

MELLO, Loiva Maria Ribeiro. Vitivinicultura Brasileira: Panorama 2012

RUAS, methodology for analyzing solar reflective roof technologies on commercial buildings. *Build Environ* 2010.

Michels, C.; Lamberts, R.; Güths, S. Evaluation of heat flux reduction provided by the use of radiant barriers in clay tile roofs. *Energy and Buildings*, v.40, p.445-451, 2008.

MORAES, S.R.P.; TINÔCO, I.F.; BAÊTA, F.C.; CECON, P.R. *Conforto térmico em galpões avícolas, sob coberturas de cimento-amianto e suas diferentes associações. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.3, n.1, p.89-92, 1999.

NETO, M.F. F.; BERTOLI, Stelamaris Rolla . Desempenho acústico de paredes de blocos e tijolos cerâmico: uma comparação entre Brasil e Portugal. *Ambiente Construído (Online)*, v. 10, p. 169-180, 2010.

NELSON, K.E. Packing and handling trials on export of grapes. **BlueAnchor**, Sacramento, v.47, p.9-13,1970.

NOGUEIRA, M. C. J. A.; DURANTE, L. C.; NOGUEIRA, J. S. Educação, meio ambiente e conforto térmico: caminhos que se cruzam, REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, 2005, Porto Alegre, RS. v. 10. p. 104-108.

Ochoa CE, Aries MBC, van Loenen EJ, Hensen JLM. Considerations on design optimization criteria for windows providing low energy consumption and high visual comfort. *Appl Energy* 2012;95:238–45.

Perez-Lombard L, Ortiz J, Pout C. A review on buildings energy consumption radiação Térmica na construção civil. **Revista de Ciência e Tecnologia de Materiais de Construção Civil**. Porto, vol. 1, n. 1, p. 79-82, 2004.

PERKINS-VEAZIE, P.M., COLLINS, J.K., LLOYD, J., **et al** Influence of package on post-harvest quality of Oklalioma and Arkansas table grapes. **American Journal Enology Viticulture**, Davis, v.43, n. 1, p.79-82,1992.

RODRIGUES, E. **Conforto Térmico das Construções Rodrigues**. 2012.

RODRIGUES, V. C. et al. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. *International Journal Biometeorology*, Berlin, v. 55, n. 3, p. 455-459, July 2010.

SANCHES, I. J. Superposição de imagens de termografia e ressonância magnética: Uma nova modalidade de imagem médica tridimensional. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Biomédica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

Santamouris M, Gaitani N, Spanou A, Saliari M, Giannopoulou K, Vasilakopoulou K, et al. Using cool paving materials to improve microclimate of

urban areas e design realization and results of the Flisvos project. *Build Environ* 2012;53:128e36.

SANTO, A. D.; ALVAREZ, C. E.; NICO-RODRIGUES, E. A. Conforto e Desempenho Térmico em Contradição na NBR 15575. **Cadernos PROARQ** 20, v. 20, p. 116-136, 2013.

SANTOS, R.C.; TINÔCO, I.F.; DE PAULO, M.O.; CORDEIRO, M.C.; SILVA, J.N. *Análise de coberturas com telhas de barro e alumínio, utilizadas em instalações animais para duas distintas alturas de pé-direito. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.6, n.1, p.142-146, 2002.

Scholz M, Grabowiecki P. Review of permeable pavement systems. *Build*

SEAGRI, 2010, **Dados de produção da viticultura**. Disponível <<<http://www.seagri.ba.gov.br/>>> acesso Fev. 2014.

SANTOS, E.J.R., FERREIRA, A.A., BILHALVA, A.B. Controle de podridões em uvas 'Itália' (*Vitis vinifera* L.) em armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.18, n.1, p.147-149,1996.

SILVA, KAREN C. P. DA ; CAMPOS, ALESSANDRO T. ; **YANAGI JUNIOR, TADAYUKI** ; CECCHIN, DAIANE ; LOURENÇONI, DIAN ; FERREIRA, JACQUELINE C. . Reaproveitamento de resíduos de embalagens Tetra Pak-® em coberturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* (Online, v. 19, p. 58-63, 2015.

Siroky J, Oldewurtel F, Cigler J, Privara S. Experimental analysis of model predictive control for an energy efficient building heating system. *Appl Energy* 2011;88:3079–87.

SORMAN, A. H.; GIAMPIETRO, M. The Energetic Metabolism of Societies and the Degrowth Paradigm: analyzing biophysical constraints and realities. **Journal of Cleaner Production**, v. 38, p. 80-93, 2013.

SPECHT, L. P. ; BORGES, P. A. ; ; ZANON, R. V. . Análise da transferência de calor em paredes compostas por diferentes materiais. *Ambiente Construído* (São Paulo. Impresso), v. 10, p. 7-18, 2010.

STAVRAKAKIS, G. M. *et al.* Optimization of Window-Openings Design For Thermal Comfort in Naturally Ventilated Buildings. **Applied Mathematical Modelling**, v. 36, n. 1, p. 193-211, jan. 2012.

STOVIN, V.; VESUVIANO, G.; KASMIN, H. The hydrological performance of a green roof test bed under UK climatic conditions. *Journal of Hydrology*. v. 414-415. p.148-161. 2012.

SUDENE, Recife, 1973.

Synnefa A, Karlessi T, Gaitani N, Santamouris M, Assimakopoulos DN, Papakatsikas C. Experimental testing of cool colored thin layer asphalt and estimation of its potential to improve the urban microclimate. *Build Environ* 2011;46:38e44.

TARPANI, J. R.; ALMEIDA, E. G. R.; SIMÊNCIO E. C. A.; MOTA, L. P.; PAZ, J. H. A. A.; GUALBERTO, A. R. M.; CARDOSO, F. L. A., GATTI, C. A. Inspeção Termográfica de Danos por Impacto em Laminados de Matriz Polimérica Reforçados por Fibras de Carbono. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos, v. 19, n. 4, p. 318-328, 2009.

TONOLI, G.H.D.; SANTOS, S.F.; RABI, J.A.; SANTOS, W.N.; SAVASTANO, H.J. Thermal performance of sisal fiber-cement roofing tiles for rural constructions. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.68, n.1, p.1-7, 2011.

VAN RENTERGHEM, T.; BOTTELDOOREN, D. Reducing the acoustical façade from road traffic with green roofs. *Building and Environment*, n. 44, p. 1081-1087, 2009.

VASCONCELOS, O.C.M, GONÇALVES, I. C. M.; RAMOS, C. M. C; TURCO, S. H. N; LUZ, S.N. **USO DA GEOESTATÍSTICA E FOTOGRAFIAS TÉRMICAS PARA DIAGNÓSTICO DE UM AMBIENTE DE CÂMARA FRIA PARA UVAS NO VALE DO SÃO FRANCISCO**. IV Simpósio de Geoestatística Aplicada em Ciências Agrárias. Botucatu, 2015

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Instrumentos Meteorológicos Utilizados em Estações de Superfície**. Varejão-Silva, M. A.; *Meteorologia e Climatologia*, Versão Digital 2, Recife, 2006.

VECCHIA, F. Comportamento térmico de sistemas de cobertura. Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada. São Paulo: Eternit, 2003. v.01. 74 p.

VITTORINO, F.; SATO, N.M.N.; AKUTSU, M. Desempenho térmico de isolantes

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: Novais, R.F. et al. (Eds.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, V.1, p.1-53.

Wang J, Zhai ZJ, Jing Y, Zhang C. Influence analysis of building types and climate zones on energetic, economic and environmental performance of BCHP systems. *Appl Energy* 2011;88:3097–112.

Wanphen S, Nagano K. Experimental study of the performance of porous materials to moderate the roof surface temperature by its evaporative cooling effect. *Build Environ* 2009;44:338e51.

Weir G, Muneer T. Energy and environmental impact analysis of doubleglazed windows. *Energy Convers Manage* 1998;39:243–56

Yao R, Li B, Steemers K. Energy policy and standard for built environment in China. *Renew Energy* 2005;13:1973–88.