

ARQUITETURA EM EDIFICAÇÕES RURAIS: IMPLANTAÇÃO DE UM NÚCLEO DE SUINOCULTURA NO MUNICÍPIO DE PONTE SERRADA (SC)

Diogo Rafael do Nascimento
Pós-graduando em Planejamento urbano, Arquiteto e Urbanista, Unoesc
Erli Raquel Zortea Andretta
Mestre, graduada em Engenharia Civil, Unoesc

Resumo: Devido ao crescente aumento no consumo de carne suína mundial, e a vasta produção brasileira do produto, se tornam cada vez mais necessários estudos neste setor. A arquitetura nesse sentido se apresenta como elemento primordial para garantir a qualidade de vida animal e a salubridade dos trabalhadores, além de viabilizar economicamente a atividade com o uso de materiais de baixo custo e impacto ambiental. Dessa forma, a pesquisa foi objetivada pela elaboração de um projeto arquitetônico de um núcleo de suinocultura para o sistema produtor de leitões (SPL) no município de Ponte Serrada (SC), elaborado no software Revit, baseado em estudo de caso visualizado in loco de um sistema existente, na análise climatológica da região para melhor orientação dos barracões e com materiais facilmente encontrados na região, com baixo custo. Os resultados demonstram a importância da arquitetura como agente transformador dos espaços das edificações rurais, acompanhando e aprimorando o desenvolvimento do agronegócio.

Palavras chave: Suinocultura; arquitetura; sistema produtor de leitões.

1 INTRODUÇÃO

A suinocultura no Brasil vem ganhando cada vez maior importância no cenário das exportações e até mesmo no mercado interno. Algumas vantagens tornam a atividade competitiva no cenário externo. Gonçalves e Palmeira (2006), defendem que, com um sistema produtivo baseado na integração vertical, demanda pelas agroindústrias, e com disponibilidade de insumos básicos para a produção, a produção de suínos no Brasil apresenta custos inferiores aos principais competidores mundiais (GONÇALVES; PALMEIRA, 2006).

No estado de Santa Catarina, a região oeste é a principal produtora de suínos. O complexo agroindustrial de carnes do oeste catarinense foi erigido com empresas familiares, que, principalmente via aquisições, se expandiram e formaram grandes grupos agroindustriais. A busca pelo mercado internacional sempre foi constante pelas empresas Sadia e Perdigão (COLETTI; LINS, 2011).

Com a expansão crescente, o aumento criou a necessidade de mudanças importantes na produção dos animais. Para ter um melhor aproveitamento da carne, adequações vem sido implementadas para melhorar a qualidade do produto final, o bem-estar dos animais e a qualidade do ambiente de trabalho. É de suma importância, o papel da arquitetura nesse cenário, já que todo planejamento dos espaços, qualidade do ar, ventilação natural, temperaturas adequadas para cada espécie e idade, aliados a eficiência energética e economia construtiva, terão um resultado final cada vez mais eficiente e rentável.

Devido a essa evolução, buscaremos informações pertinentes através de uma pesquisa bibliográfica e apresentar as necessidades arquitetônicas atuais para a criação de suínos durante o período dos meses iniciais de vida, da gestação à creche. Serão realizadas visitas in loco e verificadas as questões arquitetônicas existentes nos núcleos atuais, comportamento dos animais, e funcionamento do manejo.

No terreno de estudo para implantação de um núcleo de Sistema Produtor de Leitões (SPL), serão verificadas inicialmente as questões relacionadas

ao clima do local, direção predominante dos ventos, e análise de orientação solar. Com todas as informações, será dado início ao anteprojeto arquitetônico, levando em conta os dados coletados, os conhecimentos adquiridos no curso de Arquitetura e Urbanismo, os quesitos de ambiência de suínos até a fase final da creche, os espaços mínimos para a vida coletiva dos animais confortavelmente, as necessidades para o manejo eficiente, o bem-estar do trabalhador e materiais compatíveis com as questões ambientais, levando em conta seus custos, a fim de tornar a edificação eficiente.

Dessa forma, o objetivo geral da pesquisa é desenvolver um projeto arquitetônico de um núcleo de suinocultura para implantação no Município de Ponte Serrada (SC), utilizando novas tecnologias para desenvolvimento do projeto. Os objetivos específicos compreenderão: 1) conceber um projeto arquitetônico de um núcleo de suinocultura utilizando a ferramenta computacional Revit, possibilitando a visualização em 3D; 2) realizar um estudo de orientação solar para disposição dos galpões; 3) desempenhar um estudo de caso, com visita in loco, de um sistema existente; 4) identificar as possibilidades que auxiliam na redução de custo na construção de obras rurais com um projeto arquitetônico de qualidade.

2 DESENVOLVIMENTO

EDIFICAÇÕES RURAIS E A QUALIDADE DE VIDA ANIMAL

A criação de suínos é crescente no Brasil e com grandes condições de aumento do seu plantel, devido à sua extensão territorial, clima e mão de obra barata, o que facilita também, o plantio de alimentos para esses animais. Sartor et.al. (2004), defendem que as atividades pecuárias competitivas devem ser altamente tecnificadas e exigem animais geneticamente melhorados; nutrição e manejo adequados; e instalações planejadas e equipadas de forma a propiciar condições ambientais adequadas. Para atingir tais práticas, deve-se utilizar o tipo de criação intensivo onde os animais são mantidos em confinamento, porém em algumas fases da vida podem ter acesso a piquetes com gramíneas e leguminosas. Recebem ração balanceada, práticas sanitárias e instalações apropriadas. Há também, neste sistema, a possibilidade de controle da ventilação, da

temperatura e da umidade do ar (SARTOR et.al, 2004).

COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS MATERIAIS

Os materiais de construção, itens base para a elaboração dos ambientes de criação de animais, possuem comportamentos distintos entre si em relação às oscilações de temperatura do meio ambiente. “Uma vedação construída com materiais inadequados pode funcionar como um painel radiante em horários indesejáveis”. (SACHT, 2008). Atualmente existem várias técnicas e composições diferenciadas para aprimorar a eficiência térmica dos materiais de construção convencionais no Brasil. Os estudos demonstram como os principais materiais aplicados nas construções de galpões para criação de suínos reagem em relação a temperatura ambiente em diferentes épocas do ano, e quais as alternativas para melhorar suas aplicações, evitando aumento excessivo do custo final da construção.

Para determinar a influência que o tipo de material tem sobre a intensidade de fluxo através da parede, utiliza-se a propriedade térmica denominada de condutividade térmica (k). [...] Quanto maior o valor de K, maior será o fluxo de calor através da parede e, portanto, a temperatura da face interna. (BEZERRA, 2003. p. 17)

“Materiais que possuem baixa densidade (cortiça, eps, lã de vidro, e concreto celular) têm baixa condutividade principalmente devido à porosidade que apresentam. Neles o ar confinado no interior dos poros dificulta a transferência de calor”. (BEZERRA apud LAMBERTS, 2003).

Um dos principais elementos utilizados na construção civil no Brasil é o concreto, material de alta resistência a compressão e baixo custo quando comparado a outros materiais estruturais. Há muitos estudos em busca de aprimoramento do concreto em busca de redução do custo, do elevado carregamento na estrutura e para aprimorar o conforto ambiental. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), via NBR 15520 (2003), determina, entre outras partes, métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.

O concreto em sua densidade de massa específica mais elevada, entre 2.200 e 2.400Kg/m³, possui um valor de condutividade térmica de 1,75W/m.K. Ao comparar com outro elemento de menor condutividade térmica, temos que a argila

expandida, de densidade de massa específica menor que 400Kg/m^3 apresenta valores de $0,16\text{W/m.K}$ (NBR 15520, 2003, p. 9). O agregado graúdo mais comum utilizado na fabricação do concreto é a brita 1, derivada do basalto, produto que eleva a massa específica do concreto e possui grande condutividade térmica, conforme a tabela da ABNT, apresenta valores na faixa de $0,70\text{W/m.K}$, com densidade de massa específica entre 1000 e 1500Kg/m^3 (NBR 15520, 2003, p. 9). Sacht (2010) analisou em sua pesquisa, com corpos de prova, a possibilidade de alteração do agregado graúdo convencional pela argila expandida, resultando em um decréscimo de condutividade em relação ao concreto tradicional, para $0,54\text{W/m.K}$. (SACHT, 2010, p. 31 - 39). Desse modo, é possível aprimorar o tempo de obra devido a fabricação pré-moldada, aliada ao custo atrativo, redução dos resíduos de construção e o demonstrado comportamento térmico favorável.

No caso das alvenarias de fechamento, o material mais comum utilizado no Brasil é a alvenaria de blocos cerâmicos. Esse sistema serve apenas para vedação, sendo as cargas estruturais da edificação supridas através das vigas, lajes e pilares de concreto armado. Nesse processo há uma maior possibilidade de criações de aberturas fora das dimensões padronizadas devido a versatilidade da alvenaria. A qualidade do bloco cerâmico está diretamente relacionada com a qualidade das argilas empregadas e seu processo de produção (FERREIRA, 2015). Em relação as trocas térmicas, Fogiatto (2015) constatou em sua pesquisa comparativa entre blocos de concreto e blocos cerâmicos, que os blocos cerâmicos são termicamente mais eficientes do que os de concreto com as mesmas dimensões, e a presença de cavidades nos blocos confere menor transmitância térmica (FOGIATTO, 2015). Além dos blocos ainda deve-se considerar a transmitância térmica da argamassa de assentamento, o revestimento interno e externo, além da cor a ser utilizada, bem como a sua preservação.

A cobertura é a parte da edificação que mais recebe radiação solar e é o maior responsável pelo microclima no interior do espaço. É importante salientar que é primordial que as coberturas sejam reflexivas, com a utilização de metais reflexivos ou pintura branca (SEVEGNANI, 1994). Atualmente no mercado temos a tecnologia das telhas duplas metálicas com camada de proteção térmica, como a Espuma Rígida de Poliisocianurato (PIR). O PIR é um plástico termoendurecível tipicamente produzido como uma espuma. Ele tem seu

destaque por suas propriedades mecânicas e termoisolantes, além de ser resistente a água e umidade, proporcionando aumento na sua vida útil (KINGSPAN, 2020). Além do material de cobertura, é possível prever soluções térmicas como a utilização de uma abertura para saída de ar na cumeeira do telhado, denominado lanternim, onde seu objetivo é possibilitar a saída de ar quente que costuma estar com pressão positiva nessa parte do telhado (BAËTA; SOUZA, 2010).

Um aspecto importante a considerar na execução da edificação é a escolha da cor, já que ela influencia diretamente no comportamento térmico do espaço. Como a radiação solar é a responsável por grande parcela da geração de calor no ambiente, onde a transmissão pela envoltória ocorre pela diferença de temperatura entre os meios externo e interno, assim a quantidade de calor a ser absorvida pela superfície deve ser atenuada com o uso de cores mais reflexivas (MONNERAT, 2011). As cores mais claras apresentam maiores refletâncias na região do espectro visível da luz, entre o ultravioleta e o infravermelho. É importante salientar que no decorrer do tempo a refletância das cores irá reduzir gradativamente conforme o acúmulo de sujeira nas superfícies, portanto exigindo manutenção constante para manter a eficiência (FIGUEIREDO, 2007).

AMBIÊNCIA EM EDIFICAÇÕES RURAIS

O núcleo térmico corporal dos seres vivos possui distinção de temperatura média em cada espécie. Todos os corpos possuem dispositivos naturais de ajuste da sua temperatura, que funcionam automaticamente para manter o equilíbrio. Os ambientes têm ligação direta com a necessidade do equilíbrio térmico, já que a oscilação de temperatura é diferente em qualquer coordenada geográfica, pois são muitos os fatores que influenciam essas mudanças (BAËTA; SOUZA, 2010). Quando a temperatura do ambiente está abaixo ou acima da temperatura média corporal, o corpo precisa consumir energia para buscar o equilíbrio, quanto maior a distância entre a temperatura do ambiente e a do núcleo corporal, maior o nível de estresse do corpo, e dependendo do nível, levar a morte (BAËTA; SOUZA, 2010).

Considerando os animais criados em galpões para comercialização, o microambiente térmico do animal é constituído por cinco componentes principais: temperatura, velocidade e umidade do ar; temperatura radiante e temperaturas

superficiais. Muitas vezes, esses componentes ocorrem em valores extremos, dificultando a vida do animal (BAÊTA; SOUZA, 2010). A respeito dos mecanismos de regulação da temperatura corporal, Baêta e Souza (2010. p. 21) constata que:

Em resumo, pode-se dizer que o processo de controle homeocinético compreende a recepção de um sinal negativo do ambiente externo por um sensor específico do corpo do animal; a condução desse sinal, por meio de um caminho aferente, até o cérebro, onde é feita sua análise e é tomada uma decisão; e, finalmente, a condução do sinal, por meio de um caminho eferente, a um agente apropriado, que põe em funcionamento as reações homeocinéticas (BAÊTA; SOUZA, 2010. p. 21).

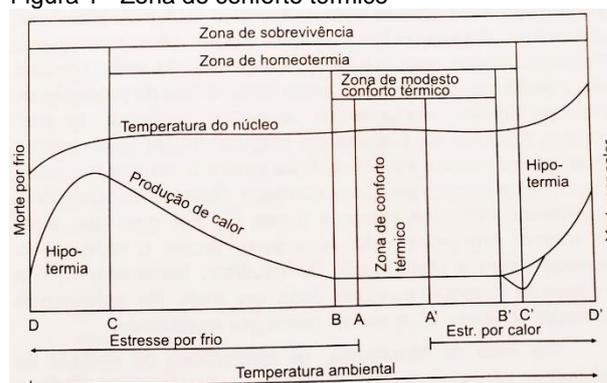
No instante em que o animal está submetido a um ambiente com temperatura inferior à sua temperatura corporal, ocorre dissipação do calor corporal para o ambiente, com tendência ao equilíbrio. Em condições de baixas temperaturas, ocorrem as compensações fisiológicas, onde o animal homeotermo aumenta sua produção de calor e reduz as perdas para o ambiente, mantendo controlada a sua temperatura interna (BAÊTA; SOUZA, 2010). Diante disso, a produção de calor corporal é influenciada pela temperatura do ambiente externo, pelo tamanho ou peso do animal, pela atividade, pelo plano de nutrição e pelo isolamento térmico (BAÊTA; SOUZA, 2010).

O ambiente térmico do animal definido pela temperatura efetiva, englobando efeitos da temperatura, umidade, radiação e do vento. Em determinada faixa de temperatura o animal se mantém dentro de sua Zona de Conforto Térmico (ZCT), onde não há sensação de frio ou calor, otimizando o desempenho do animal em qualquer atividade. Deve-se considerar a grande oscilação no ambiente externo, causando alterações na temperatura corporal do animal, e quando o ambiente térmico está fora da faixa da ZCT, ocorre variação na quantidade de calor resultante de processos metabólicos do animal (BAÊTA; SOUZA, 2010). Na figura 1 observa-se que a zona de conforto térmico é:

Limitada pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos A e A'; a zona de moderado conforto ou de variação nula na produção de calor corporal, pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos B e B'; a zona de homeotermia, pelas temperaturas efetivas ambientais dos pontos C e C'; e a zona de sobrevivência, pelas temperaturas efetivas ambientais D e D'. Nas temperaturas efetivas ambientais

situadas na faixa limitada pelos pontos A e D, o animal está estressado por frio e nas de A' e D', por calor. A temperatura efetiva ambiental corresponde ao ponto B é denominada Temperatura Crítica Inferior (TCI). Abaixo dessa temperatura o animal aciona seus mecanismos termorregulatórios para incrementar a produção e a retenção de calor corporal (BAÊTA; SOUZA, p. 27).

Figura 1 - Zona de conforto térmico



Fonte: Baêta; Souza (2010).

No caso específico dos suínos, os valores comuns de temperatura na ZCT variam conforme as fases da vida do animal. Com 0-2 dias de vida, ZCT varia entre 32 a 35°C, com 2-4 dias, 28 a 34°C, de 4-7 dias, 25 a 31°C, de 7 a 35 dias, 22 a 28°C, 35-50 dias, 18 a 21°C. Na fase de terminação, final da gestação e lactação, a temperatura estará na faixa dos 10 a 18°C (BAÊTA; SOUZA, 2010). A partir disso é possível perceber a grande variação térmica necessária para a qualidade de vida do animal nas diferentes fases da vida, exigindo adequações nos barracões e separando os animais conforme suas necessidades.

Na suinocultura, adequar as instalações às variações meteorológicas é um desafio permanente, e essas variáveis possuem uma influência muito grande no desempenho dos animais, no aspecto reprodutivo e no ganho de peso. A maternidade é uma fase delicada da criação, onde se devem conciliar, simultaneamente, as necessidades opostas dos leitões com as da fêmea, no mesmo ambiente. Os suínos jovens possuem seu sistema termorregulador pouco desenvolvido, com superfície específica em contato com o ambiente relativamente grande, reserva energética baixa e baixa porcentagem de gordura subcutânea, conferindo um baixo isolamento térmico. Uma forma de aprimorar o ambiente térmico das instalações é a correta escolha da concepção arquitetônica e dos materiais de construção, principalmente os de cobertura, que

influenciam diretamente no balanço térmico no interior das instalações (CAMPOS et. al. 2008).

Um bom projeto permite a perfeita acomodação do animal, além de proporcionar uma boa observação visual, controle de alimentação e de doenças e o manejo correto dos dejetos. Uma maneira natural considerada eficiente para essa finalidade é a colocação de vegetação em seu redor, pois a fotossíntese transforma energia solar em energia química latente, reduzindo a incidência e absorção da radiação pelos animais. Quando as técnicas de condicionamento natural não forem suficientes para atingir as temperaturas adequadas, é preciso recorrer aos sistemas artificiais, como purificação, aquecimento e umidificação, refrigeração e desumidificação. É essencial mencionar que, nos trópicos, construções muito elaboradas são raramente justificáveis, já que as técnicas mais simples de condicionamento ambiental natural ou artificial atendem aos requerimentos fisiológicos de saúde animal. Diante disso, é importante considerar os custos das acomodações, já que estes fazem parte dos custos totais de produção (BAËTA; SOUZA, 2010).

SISTEMA PRODUTOR DE LEITÕES (SPL)

No Brasil, as grandes empresas adotam o Sistema de Integração Vertical na qual a produção de suínos pode ser dividida em três etapas, que são as granjas núcleos (reprodução), unidades produtoras de leitões (SPL) e unidades de terminação (SVT). No caso do sistema SPL a granja é constituída por galpões separados por setores como gestação, maternidade e creche. As pessoas que tem acesso ao interior da granja são obrigadas a tomar banho e vestir roupas específicas (SILVA, 2006). As fêmeas que chegam ao sistema SPL são oriundas de granjas multiplicadoras, apresentam um peso médio entre 90 e 100 kg e idade de 150 dias, e a partir daí ficam alojadas em baias coletivas até atingirem idades entre 190 e 210 dias antes de irem para as celas individuais de gestação. A reposição de fêmeas é uma pratica necessárias para suprir a necessidade de descarte de fêmeas produtoras geneticamente inferiores, “com idade avançada, desempenho produtivo abaixo do esperado, maus aprumos, falhas na concepção, dificuldade de parto, escasso caráter maternal, anestro, repetitivos retornos de cios, abortos constante e deficiente tecido mamário” (SILVA, 2006. p.8).

O cio fértil das fêmeas ocorre com idade entre 150 a 160 dias, e o aparecimento da puberdade

está relacionado com o manejo nutricional, reprodutivo e acondicionamento genético. A estimulação do cio é de fundamental importância para seu aparecimento. As maneiras mais comuns de estimulação são com a utilização do macho e quando não demonstram sinal, são tratadas com hormônio que permite a indução do cio em média quatro a seis meses após a aplicação. O número de ovulações aumenta do primeiro ao terceiro cio, onde o útero está mais desenvolvido e capaz de gerar mais leitões (SILVA, 2006). Independente do estágio vital do animal, as recomendações de consumo de nutrientes podem ser expressas em quantidades diárias, em porcentagem do alimento ou produção de energia. A nutrição adequada interage de modo eficaz com a sanidade, garantindo a segurança do animal (SILVA, 2006).

O setor da gestação é responsável por toda a fase reprodutiva da fêmea, onde devem-se tomar cuidados para potencializar a produtividade e viabilizar economicamente a granja. A gestação dura em média, 115 dias, iniciando no momento da fertilização dos ovócitos. As principais perdas de gestação ocorrem no período embrionário, e para minimizar as perdas desta fase, deve-se proporcionar o melhor ambiente possível para a fêmea, evitando o estresse (SILVA, 2006). O setor da maternidade é a base de sustentação de todo o processo, o bom gerenciamento deste garante rentabilidade futura e sem dúvida é o setor onde devem ser empregados os maiores esforços para atingir os objetivos de melhor produtividade (SILVA, 2006).

O espaço é composto por celas onde o piso é feito de plástico vazado para facilitar o manejo de limpeza. Em cada cela há um escamoteador, com uma fonte de calor e acesso a água e ração para os leitões. As fêmeas são alojadas nas salas de maternidade com 110 dias de gestação, onde esta transferência deve ser feita para que a fêmea se adapte ao novo ambiente. O manejo nutricional nesse setor tem influência direta na produtividade do leite e nos ciclos produtivos posteriores. No momento do parto, uma das etapas mais críticas do processo de produção, devem ser tomados os devidos cuidados para garantir o bem-estar da matriz e dos leitões. O cuidado com os filhotes inicia no controle da limpeza do ambiente e da fêmea, e na primeira semana de vida devem ser observadas questões como o risco de esmagamento, a garantia da limpeza do ambiente, a luminosidade e a temperatura (SILVA, 2006).

O desmame dos animais ocorrerá com cerca de 20 dias de vida e é considerada uma fase difícil para

os leitões, independentemente da idade, em função da perda de contato com a mãe, troca de ambiente, dificuldades de adaptação e um controle ambiental diferente do que havia na maternidade. A creche é responsável pelo desenvolvimento dos leitões após o desmame até os 60 dias de vida, quando são entregues ao terminador. Essa fase é um período crítico na produção de leitões, devido à ocorrência de problemas de desempenho e de ordem sanitária (SILVA, 2006).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados estão descritos como o cenário da pesquisa, a abordagem da pesquisa, o tipo de pesquisa, o método de pesquisa e as técnicas e instrumentos de coleta de dados, no qual destacamos a pesquisa documental, observação e o levantamento técnico. Para finalizar será apresentado um anteprojeto arquitetônico como proposta para implantação em uma granja, no município de Ponte Serrada (SC).

A pesquisa investiga in loco os materiais de construção empregados na construção dos galpões para criação de suínos, o formato e dimensões das edificações, posição e orientação solar, sistemas de controle da qualidade do ar e temperatura do ambiente, condições de manejo e qualidade de vida dos animais. O estudo busca uma abordagem qualitativa. Ela investiga seu significado por meio da percepção do fenômeno dentro do contexto, ou seja, o uso qualitativo procura captar o fenômeno e suas essências, procurando explicar sua origem, relações, mudanças e consequências (TRIVIÑOS, 1987). Como método de pesquisa, adotamos o estudo de caso. O estudo de caso em arquitetura e urbanismo trata de analisar criteriosamente uma obra já consolidada com a finalidade de aprimorar o projeto arquitetônico a desenvolver. A partir disso averiguar em que aspectos a obra obteve sucesso ou fracasso para a tomada de decisões projetuais.

ESTUDO DE CASO

Para apropriar-se do conhecimento das edificações existentes, foi realizada uma visita in loco em um núcleo de produção do sistema SPL na zona rural da cidade de Xanxerê (SC). A granja em questão está se preparando para futuras adequações tecnológicas para melhorar o bem-estar dos animais e facilitar o trabalho dos cuidadores. No local existem vinte barracões construídos conforme projeto padrão do frigorífico parceiro, os quais apenas treze estão sendo utilizados. A orientação solar não segue padrão,

alguns estão posicionados no sentido Leste-Oeste, sendo estes a maioria, enquanto outros estão a Sudeste-Noroeste, além disso poucas unidades possuem vegetação nas proximidades (figura 2), quando possuem, são espécies de folhas caducas. O pé direito varia entre três metros nos galpões mais antigos e 3,5 metros nos mais recentes, a largura de todos os barracões é de dez metros, enquanto o comprimento é variável, possuindo espaços com 80 metros, 100 metros, 150 metros e 200 metros.

Figura 2 - Vegetação entre barracões



Fonte: Os autores

Os barracões da propriedade são construídos de forma tradicional, com pilares e vigas de concreto armado moldados in loco, fechamentos em alvenaria de blocos cerâmicos com reboco, pintados de branco, telhados predominantemente com telhas de barro (figura 3), possuindo duas unidades com telhas de fibrocimento, sustentados com tesouras de madeira e piso em concreto bruto. Todas as unidades são interligadas através de corredores estreitos cobertos, com guarda corpo de 1,10 metros de altura executados também em alvenaria, permitindo o manejo seguro dos animais.

Figura 3 - Estrutura da cobertura



Fonte: Os autores

O controle de ventilação natural é feito via sistema de cortinas de polipropileno, com abertura e fechamento mecanizados, não há qualquer sistema de ventilação ou refrigeração artificial.

Entretanto, no dia da visita, em 1 fev. 2020, às 14h, as cortinas estavam totalmente abertas, e a temperatura interna dos barracões estava equilibrada com a temperatura externa, sendo verificada através do termômetro digital TH-1500 da *Instrutherm*, o qual capta simultaneamente as temperaturas interna e externa do ambiente, e registrou nesse horário, a temperatura de 29,6°C (figura 4) nos dois polos. O instrumento utilizado encontrava-se disponível no laboratório de conforto térmico da Unoesc Xanxerê.

Figura 4 - Equilíbrio térmico



Fonte: Os autores

O sistema de alimentação dos animais funciona automaticamente, a maioria dos recipientes de alimentos é individual, com exceção da gestação em que os animais compartilham o mesmo espaço, contendo cada baía até 40 animais divididos em uma área de 200m². Nessa modalidade devido ao formato de distribuição da ração, ocorrem eventuais brigas por comida, é perceptível alguns animais feridos. A quantidade de alimento é distribuída conforme a necessidade de nutrição dos animais, nas baias individuais os animais mais nutridos recebem uma quantidade menor de alimento em relação aos menos nutridos, com a finalidade de equilibrar a massa corpórea dos suínos e manter um padrão. A figura 5 demonstra o sistema de alimentação no período de gestação em baias coletivas, assim como o sistema de distribuição de água que sempre limpa, fresca e disponível em abundância, além de seguir padrões de altura, ajustada mecanicamente, para que o animal possa servir-se adequadamente.

Figura 5 - Sistema de alimentação



Fonte: Os autores

Desde o nascimento até uma parte da vida, os leitões necessitam de temperaturas mais elevadas para garantir a temperatura do seu núcleo corporal equilibrada. A granja em questão possui dois sistemas, um para os leitões durante o período em que estão sendo amamentados, e outro após o desmame, na creche. O primeiro sistema é o uso do piso térmico, o dispositivo fica programado para ligar automaticamente quando a temperatura estiver abaixo do programado, em seu próprio quadro de comando já estão listadas as temperaturas adequadas para cada fase do desenvolvimento dos animais (figura 6), o piso possui uma serpentina dissipadora de calor que é coberta pelo concreto em um ambiente protetor separado da mãe, evitando acidentes por esmagamento. O segundo sistema, para leitões em fase de creche, é feito por meio de fornalhas a lenha, diferente do anterior, existe uma dificuldade maior para atingir a temperatura ideal, pois as vezes a fornalha não atinge a temperatura ideal, enquanto em outras, a temperatura excede.

Figura 6 - Controle de temperatura no escamoteador



Fonte: Os autores

Todos os barracões possuem sistema de coleta de dejetos e são mantidos limpos pelos cuidadores, essa coleta é direcionada para o biodigestor, transformada em biogás e reaproveitada dentro da propriedade para geração de energia.

PROJETO ARQUITETÔNICO

LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

Mapa 1 - Localização geográfica Ponte Serrada (SC)



Fonte: Os autores

A área escolhida para a implantação do projeto, esquematizada no mapa 1, fica na zona rural do município de Ponte Serrada, estado de Santa Catarina, Brasil, exatamente na latitude 26°9's e longitude 52°w.

ORIENTAÇÃO SOLAR E ELEMENTOS DE CLIMATIZAÇÃO

O sol é responsável por manter todo o ecossistema terrestre e sem ele, não existiria nada do que é vivo na natureza. Sua propagação de ondas eletromagnéticas se relaciona distintamente com todos os organismos vivos, e ao mesmo tempo que é tão necessário, é também destrutivo em alguns pontos, o que garante o equilíbrio ambiental. Tendo em vista que o sol é importante para a vida animal, necessitamos dele para ajustar o equilíbrio térmico e lumínico que garantirá qualidade de vida sem desperdício de energia. Além do sol, o ecossistema da Terra possui outras características que irão influenciar nas variações térmicas em diferentes épocas do ano, como o ângulo da terra, sua distância em relação ao sol, direção predominante dos ventos, umidade e estiagem, entre outros. No Brasil, as diferenças peculiares de cada região serão determinadas pelas Zonas Bioclimáticas.

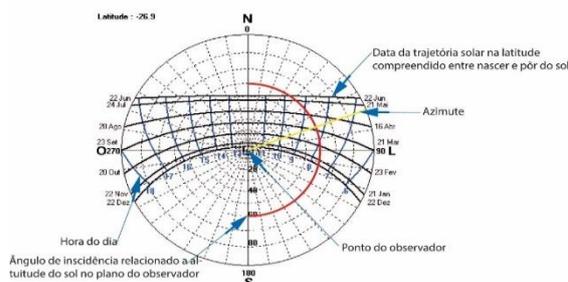
A NBR 15520 (2003) define Zona Bioclimática como "Região geográfica homogênea quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações entre ambiente construído e conforto humano". Na presente pesquisa utilizaremos dos dados do zoneamento bioclimático definido pela norma, para orientação quanto a escolha de sistemas para equilíbrio térmico das edificações (NBR 15520, 2003. p. 5). Coêlho (2006) constata que "a Arquitetura Bioclimática se propõe a considerar as referências locais para criar soluções construtivas

que mediante o manejo apropriado dos elementos climáticos tornam o habitat mais confortável com o mínimo gasto de energia adicional". (COÊLHO, 2006. p. 20).

O município de Ponte Serrada fica localizado na Zona Bioclimática 1, a NBR 15520 (2003) traz tabelas orientando como devem ser os materiais e técnicas a serem utilizados nas edificações, considerando para essa zona, aberturas para ventilação médias e sombreamento nas aberturas, permitindo sol durante o período frio, as vedações externas podem ser do tipo leve e a cobertura do tipo leve isolada. Considera ainda que para os meses de inverno, prever aquecimento solar e revestimento das paredes da edificação, garantindo a inércia térmica, em nota a norma informa que: "o condicionamento passivo será insuficiente durante o período mais frio do ano", sendo necessário prever sistema de aquecimento ativo (NBR 15520, 2003. p. 4).

Tendo em vista os materiais e técnicas ideais para a Zona Bioclimática 1, é necessário então analisar a posição correta dos galpões em relação a sua posição geográfica e Zona Bioclimática, com o auxílio da Carta Bioclimática (Figura 7), adaptada para demonstrar seu funcionamento, gerada no software SOL-AR, versão 6.2, desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), e disponibilizado gratuitamente.

Figura 7 - Carta solar



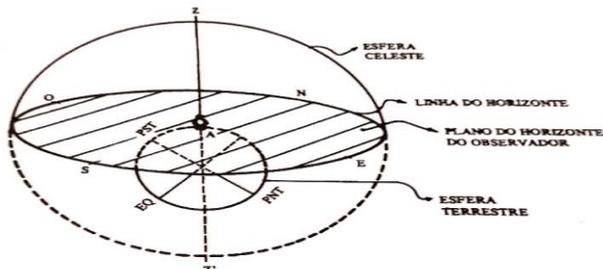
Fonte: SOL-AR adaptado pelos autores (2020).

Frota; Schiffer, 2007, explicam o funcionamento da carta solar no globo terrestre, conforme esquematizado na figura 8, para que possamos fazer o melhor aproveitamento do sol durante o ano, trazendo a seguinte definição:

Para um observador (A), situado em uma dada latitude da Terra, esta aparentará ser um grande plano e, ao olhar para os corpos celestes, terá a impressão de que se situam em uma superfície esférica, da qual ele é o centro. Esta superfície

imaginária, onde os astros são representados por suas projeções, denomina-se esfera celeste. A intersecção dessa esfera celeste com o plano horizontal no qual o observador se imagina apoiado será a linha do horizonte (FROTA; SCHIFFER, 2007. p. 76).

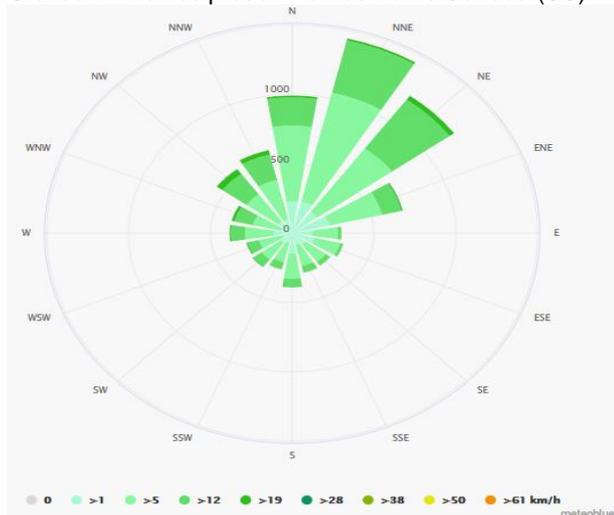
Figura 8 – Esquema de funcionamento da carta solar



Fonte: FROTA; SCHIFFER (2007).

Outro item importante para definir a melhor posição dos barracões, é a direção e intensidade predominante dos ventos, dessa forma poderemos usufruir da ventilação natural, reduzindo o consumo energético. A plataforma online Meteoblue (2020), traz alguns diagramas climáticos desenvolvidos com base em relatórios gerados nos últimos 30 anos, em todas as regiões do mundo. O diagrama disposto no gráfico 1, demonstra através da rosa dos ventos, a direção e velocidade predominante dos ventos em Ponte Serrada - SC. Dessa forma podemos entender que as aberturas maiores de ventilação terão maior eficácia quando posicionadas a noroeste. (METEOBLUE, 2020).

Gráfico 1 - Ventos predominantes Ponte Serrada (SC)



Fonte: Meteoblue (2020).

Após a definição da posição dos barracões, é necessário estudar algumas estratégias para climatizar naturalmente os ambientes, tirando proveito da iluminação e calor do sol, e da

ventilação natural. O resfriamento evaporativo natural, que conforme Cunha (2006), “o sistema é formado de algumas espécies vegetais caducifólias plantadas no pátio da edificação [...]”. A vegetação pode ser implantada nas fachadas leste, oeste e norte” (CUNHA, 2006. p. 133). A espécie vegetal *Platanus x hispanica*, popularmente conhecido como Plátano, espécie largamente utilizada em regiões de clima subtropical e temperado, as folhas são grandes e mudam de cor antes de sua queda no outono, seu crescimento é rápido e pode atingir até 40 metros de altura e 3 metros de diâmetro, recomendável distância de 10 metros das edificações (PATRO, 2014).

É necessário ainda observar a altura do pé direito da edificação, pois irá favorecer a ventilação e reduzir o calor radiante advindo da cobertura, quando maior o pé direito, menor a carga térmica. Recomenda-se uma altura de 3m a 3,5m de altura (FÁVERO, 2003). Sugere-se ainda a pintura da cobertura na face que recebe a incidência solar na cor branca e na face interior na cor preta, e a proteção contra a radiação emitida no interior do telhado deve ser feita com forro na altura do pé direito. Além disso, é importante considerar telhas que possuam isolante térmico como o poliestireno expandido (EPS), lã de vidro entre outros (FÁVERO, 2003).

Considerando os picos de temperaturas extremas na região de implantação, é importante considerar sistemas de climatização artificiais para utilizar de forma eficiente quando for necessário adequar a temperatura do ambiente nas situações em que a climatização natural não suprir a necessidade (COBB, 2008. p. 33 – 36). O sistema de resfriamento evaporativo com pressão negativa integrado ao sistema de ventilação tipo túnel (figura 9) proporcionam uma distribuição proporcional do ar refrigerado no interior do galpão. No sistema tipo túnel todos os exaustores são posicionados em uma extremidade do galpão e as entradas de ar na extremidade oposta, o ar se desloca em uma velocidade de 2,5 metros por segundo removendo calor, umidade e poeira (COBB, 2008. p. 33 – 36). Os painéis evaporativos criam uma restrição na entrada de ar e evaporam a umidade localizada em sua superfície, essa evaporação ocorre mais rapidamente sob temperaturas mais elevadas e é relevante considerar que quando maior for a umidade relativa do ar, menor a eficiência do sistema (COBB, 2008. p. 33 – 36).

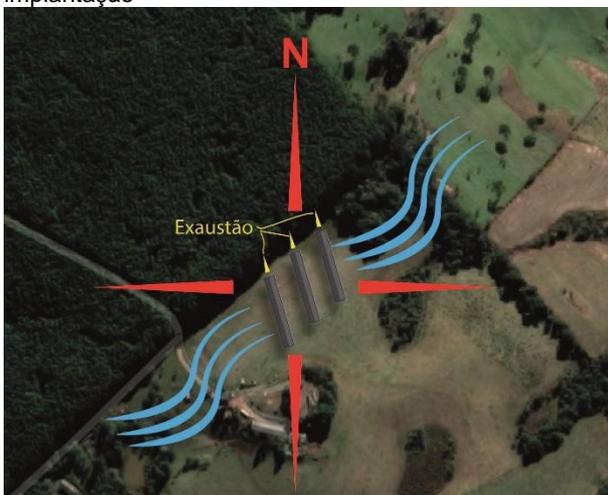
Figura 9 - Sistema de ventilação tipo túnel



Fonte: COBB (2008).

O sistema de resfriamento evaporativo com pressão negativa é elaborado com o uso de um material poroso umedecido (PAD), dentre os materiais utilizados para sua construção, o mais comum é a celulose, porém com durabilidade baixa, fragilidade física e custo alto (YANAGI JUNIOR et.al. 2006). Assim, torna-se importante ir em busca de materiais alternativos, como a argila expandida que possui leveza, resistência, inércia química, estabilidade dimensional, incombustibilidade e baixo custo (SILVA apud YANAGI JUNIOR et. al. 2006). A partir dessas informações, a posição mais adequada para a implantação dos barracões está esquematizada na figura 10.

Figura 10 - Disposição dos barracões no terreno de implantação



Fonte: Google adaptado pelos autores (2020).

PROPOSTA ARQUITETÔNICA

A proposta arquitetônica contempla a elaboração de três barracões para criação de suínos no Sistema Produtor de Leitões (SPL), compondo os galpões da gestação, maternidade e creche. O projeto deverá estar equilibrado entre conforto ambiental, qualidade de vida dos animais e a viabilidade econômica com o uso de materiais encontrados facilmente na região, de fabricação rápida, eficiente e de fácil manutenção. O

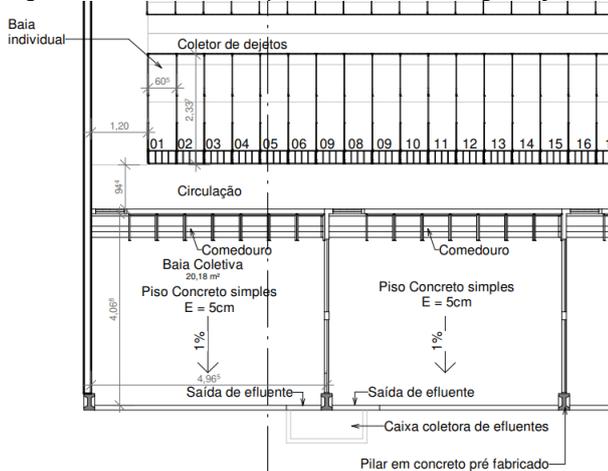
anteprojeto será produzido no software Revit, desenvolvido na plataforma BIM (Building Information Modeling), criado pela empresa Autodesk e disponibilizado gratuitamente para estudantes. A plataforma BIM auxilia na redução drástica da incompatibilidade de projetos, já que os projetos, estrutural, hidrossanitário, elétrico, preventivo contra incêndio, podem ser elaborados no mesmo arquivo do projeto arquitetônico. A qualidade do projeto arquitetônico e a sua compatibilidade entre os demais projetos, será o ponto fundamental para garantir a qualidade final da edificação.

Antes de falar da qualidade de projeto arquitetônico é importante entender primeiramente o qual o conceito de qualidade, ela pode ser definida como "a totalidade das propriedades e características de um produto ou serviço que lhe conferem capacidade de satisfazer necessidades explícitas ou implícitas" (ISO, 1994). Aplicando tal conceito ao projeto arquitetônico é de grande relevância citar métodos de produção que ajudem aos arquitetos a concebê-lo da maneira mais satisfatória possível. Segundo Cunha (2006), vários conceitos gerais promovem essa melhor maneira de projetar trazendo um produto final de maior qualidade, seriam eles, aspectos formais, funcionais, tecnológicos, simbólicos, ambientais e bioclimáticos, que trazem consigo soluções específicas contribuindo para o processo de desenvolvimento projetual. Conforme Silva (1984 apud CUNHA, 2006), a importância da utilização de um método de trabalho garante que o processo não seja intuitivo e subjetivo assegurando dessa forma, que conceitos mais relevantes como os já citados sejam alcançados na geração de uma proposta arquitetônica sucinta e bem estruturada.

Os barracões serão desenvolvidos conforme orientações da cartilha da Embrapa referente a dimensões mínimas de conforto para os animais, sendo o espaço composto por baias coletivas e individuais. Dessa forma, nos boxes individuais ficarão as fêmeas até 28 dias de gestação, enquanto nas coletivas ficarão as fêmeas de reposição até o primeiro parto e as porcas a partir de 28 dias de gestação. Nos boxes individuais o piso será parcialmente ripado para drenagem, e a região não ripada deverá ter inclinação de 2% em direção ao coletor de dejetos. Esse piso deverá possuir cobertura lisa evitando danificar o casco do animal e o desconforto do animal ao levantar e deitar. Nas baias coletivas pode-se usar o piso compacto com bebedouro tipo concha e comedouro com divisórias para cada animal (FÁVERO, 2003).

Nas baias coletivas serão limitados 8 animais por área de 20m². A figura 11 esquematiza parcialmente a planta baixa das baias coletivas e individuais do setor de gestação.

Figura 11 - Planta baixa parcial barracão de gestação



Fonte: Os autores

A visualização do projeto ainda pode ser percebida por diversas modalidades representativas disponíveis no software Revit, como a imagem em perspectiva do barracão de gestação, disposto na figura 12, possibilitando uma melhor compatibilidade entre projetos, quando forem aplicados outros elementos necessários para o funcionamento do espaço, como a estrutura, os alimentadores, os bebedouros, sistemas de controle de temperatura artificiais e a separação dos dejetos.

Figura 12 - Perspectiva barracão de gestação



Fonte: Os autores.

No ambiente da maternidade serão previstos ambientes distintos, um para as portas e outro para os leitões, permitindo a alteração da temperatura de conforto em função da ZCT das diferentes idades dos animais. Essas salas não possuirão

comunicação direta entre si. É indispensável a utilização de forro como isolante térmico nessa área, e cortinas laterais para controlar os níveis de temperatura. As celas parideiras serão instaladas no nível do piso, o qual será dividido em três partes distintas que são, o local de alojamento da porca, com piso compactado em concreto e 6 centímetros de espessura. O local onde ficam alojados os leitões denominado escamoteador terá 0,60 metros de largura por 1,20 metros de comprimento. As laterais das baias onde os leitões irão amamentar terá um lado em concreto e outro em ripado de concreto com 0,60 metros de largura (FÁVERO, 2003).

O setor da creche, o último do SPL, é a edificação destinada aos leitões desmamados, onde serão adotadas cortinas laterais para o manejo da ventilação. As baias terão piso totalmente ripado para permitir a imediata evasão dos dejetos. Como sistema de aquecimento artificial será adotado o modelo a gás, para manter a temperatura ambiente ideal aos leitões. Nesse ambiente também serão previstos os usos de cortinas e forro para isolamento térmico (FÁVERO, 2003).

De modo geral, os barracões serão elaborados com estruturas de concreto pré-fabricado, garantindo agilidade e economia na construção. A cobertura será com telhas térmicas duplas preenchidas com poliisocianurato (PIR), evitando a penetração da maior parcela da radiação solar, advinda da cobertura. As paredes de fechamento serão construídas em concreto moldado in loco, incluindo em seu traço, argila expandida, para retardar a propagação da radiação solar pelas paredes, as quais serão pintadas com tinta branca, refletindo a maior parte dos raios solares. Todas as grades metálicas em contato com os animais deverão ser confeccionadas em aço com seções circulares, evitando ferimentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo desenvolver um projeto arquitetônico de um núcleo de suinocultura no município de Ponte Serrada (SC) com a utilização de novas tecnologias para desenvolvimento de projetos, concebendo um projeto com o auxílio da ferramenta computacional Revit, onde possibilita a visualização imediata em 3D. Foi realizado um estudo de caso em um núcleo de suinocultura do sistema SPL no município de Xanxerê (SC), além dos estudos de orientação solar para posicionamento dos barracões e

estratégias de qualidade de vida animal aliadas à economia construtiva, a qual impacta diretamente nos custos de produção.

A proposta visa a eficiência energética das edificações rurais, trazendo benefícios que proporcionem viabilidade financeira através das estratégias bioclimáticas da arquitetura, e por consequência uma melhor ambiência para os animais e trabalhadores do núcleo. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi atingido na íntegra, onde seus resultados demonstram que com métodos e materiais simples é possível construir edificações de alta qualidade, evitando ao máximo o uso de sistemas de equilíbrio térmico artificiais.

O estudo está limitado ao clima da Zona Bioclimática 2, com caracterização específica para as construções nessa região. Fica como sugestão para futuros estudos a busca de informações para as edificações localizadas nas demais zonas bioclimáticas brasileiras, com ferramentas de elaboração de projetos avançadas que permitam maior qualidade final da edificação. Dessa forma obteremos maiores avanços no mercado de suinocultura brasileiro com qualidade de vida animal e da comercialização do produto final.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR15520 – Desempenho térmico de edificações, parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2003.
- BAÊTA, Fernando C.; Souza, Cecília F. *Ambiência em Edificações Rurais: Conforto animal*. 2. ed. Viçosa – MG: Editora UFV, 2010. p. 10-264.
- BEZERRA, Luciano A. C. *Análise do desempenho térmico de sistema construtivo de concreto com EPS como agregado graúdo*. 64p. Dissertação (Mestrado) - Centro de tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2003.
- CAMPOS Josiane A., TINÔCO Ilda F.F., BAÊTA Fernando C., SILVA Jadir N., CARVALHO Cinara S., MAUIRI Aldo L. *Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de 2020*. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_2/ITBA/Index.htm>
- FERREIRA Sandra A. *Estudo do desempenho térmico e acústico das alvenarias*. Formigas – MG. 2015
- FOGIATTO Marcelo A. *Avaliação da transmitância térmica de blocos de concreto e cerâmica utilizados na construção civil*. Ponta Grossa (PR). 2015.
- FROTA Anésia B.; SCHIFFER Sueli R. *Manual de conforto térmico*. 8ªed. 243p. 2007.
- Eletrônica, 2003. Acesso em 10 abr. 2020. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/SP/suinos/index.html>.
- FIGUEIREDO Edna S. *Medidas de refletância de cores de tintas para pintura externa exposta ao tempo*. Dissertação (mestrado) Unicamp. Campinas, 2007
- maternidade e creche. *Revista Ceres*. UFV. Viçosa, 2008. p. 187-193.
- COBB. *Manual de Manejo de frangos de Corte*. 2008. 66p. Acesso em: 07 jan. 2015. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Cobb-Manual-Frango-Corte-BR.pdf>
- COÊLHO Sílvia P.O.S. *Análise das diretrizes e soluções bioclimáticas adotadas em projetos arquitetônicos no Brasil – em foco a cidade do Recife*. Dissertação de Mestrado, UFP. Recife. 2006.
- COLETTI Tomé, LINS Hoyêdo N.; *A Suinocultura no vértice das relações entre agroindústria familiar no oeste de Santa Catarina*. *Ensaio FEE*, Porto Alegre - RS, v. 32, n. 2, 2011. p. 339-360.
- CUNHA, E. G. D; *Elementos de Arquitetura de Climatização Natural: Método projetual buscando a eficiência energética nas edificações*. 2. ed. Porto Alegre - RS: Masquatro Editora, 2006. p. 9-188.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Quality: vocabulary - ISO-8401*. Berna, 1986.
- MONNERAT Fábio N. *A análise da influência da cor no desempenho térmico de envoltórias para o RTQ-C: estudo de caso do edifício Origem*. UFMG, Belo Horizonte, 2011.
- PATRO Raquel, Plátano – *Platanus x hispânica*. 2014. Acesso em 05 abr. 2020 Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/platano-platanus-x-hispanica.html>.
- SACHT, H. M. *Painéis de vedação de concreto moldados in loco: avaliação de desempenho térmico e desenvolvimento de concretos*. 229p. Dissertação (Mestrado) – Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008.
- SARTOR, Valmir; SOUZA, Cecília F.; TINOCO Ilda F.F. *Informações básicas para projetos de construções rurais: Instalações para suínos*. Viçosa – MG, 2004. p. 2-17
- SILVA Eduardo R. *Sistema Produtor de Leitões – SPL*. UFG, Jataí. 2006.
- TRIVIÑOS, Augusto N. S. *Introdução a pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.
- YANAGI JUNIOR, T. *Inovações tecnológicas na bioclimatologia animal visando aumento da produção animal: relação bem estar animal x clima*. 2006. Artigo em Hypertexto. Acesso em: 23 mai.
- FÁVERO, Jerônimo A. *Produção de suínos*. Embrapa Suínos e Aves, Sistema de produção 1, ISSN 1678-8850 Versão GONÇALVES Rafael G., PALMEIRA Eduardo M.; *Suinocultura brasileira*. Observatorio de la Economía Latinoamericana, nº71, Pelotas – RS, 2006. p. 4-5.
- Grupo Kingspan. *Poliisocianurato (PIR): Afinal, do que estamos falando?* Portal Kingspan-Isoeste. 2020. Acesso em: 20 jul. 2020. Disponível em: <https://kingspan-isoeste.com.br/poliisocianurato/>.

SIAU
SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE
ARQUITETURA E URBANISMO

I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ARQUITETURA E URBANISMO
CIDADES INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS:
O PRESENTE E FUTURO DO LEGADO DA ARQUITETURA
E DAS CIDADES NA CONTEMPORANEIDADE

