

ANÁLISE ECONÔMICA PARA COMPARAÇÃO ENTRE ESTRUTURAS UTILIZADAS EM GALPÕES DE FRANGO DE CORTE

ANA PAULA C. FAVARIM¹, CARLOS H. MAIOLA², JULIANO LOVATTO³, RODRIGO C.
SANTOS⁴, RAFAEL ZUCCA⁵

¹ Engenheira Civil, Mestranda em Engenharia Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias, FCA- UFGD/Dourados – MS, (18) 9 9737-8394, paulacassa@hotmail.com

² Engenheiro Civil, Professor Adjunto da Universidade Estadual de Londrina, UEL/Londrina – PR

³ Engenheiro Civil, Mestrando em Engenharia Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias, FCA- UFGD/Dourados – MS

⁴ Engenheiro Agrícola, Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Agrárias, FCA- UFGD/Dourados – MS,

⁵ Engenheiro Agrícola, Mestrando em Engenharia Agrícola, Faculdade de Ciências Agrárias, FCA- UFGD/Dourados – MS

Apresentado no
XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

RESUMO: O Brasil atualmente é o maior exportador de carne de frango do mundo e o segundo maior produtor. Afim de melhorar a tipologia das instalações, novos materiais estruturais vêm sendo propostos, porém nem sempre estes significam retorno direto do investimento. Pensando na importância do local onde as aves são alojadas esta pesquisa teve como objetivo fazer uma análise de custos, comparando dois modelos de aviários com estruturas construtivas de materiais diferentes e verificar se as diferenças de valores e qualidade final dos materiais justificam o investimento na construção. Utilizando a NBR 7190 comparou-se um aviário em estrutura de madeira peroba rosa e telhas cerâmicas com um aviário de estrutura em aço formado a frio com cobertura de telhas galvanizadas sanduiche. A segunda estrutura foi calculada segundo a NBR 14762, os dois projetos consideram o mesmo período de manutenção dos materiais e comparação de custo pela tabela SINAPI de dezembro 2017 SP. Ao final da pesquisa os resultados mostraram que mesmo projetando a estrutura do aviário com configuração leve e utilizando aço formado a frio, considerando a vida útil da granja como fator limitante; a estrutura convencional em madeira foi a solução mais econômica para projetos com a mesma configuração estrutural.

PALAVRAS-CHAVE: Avicultura, Custo, projeto estrutural

ECONOMIC ANALYSIS FOR COMPARISON BETWEEN STRUCTURES USED IN BROILER HOUSING

ABSTRACT: Brazil is currently the largest exporter of poultry meat in the world and the second largest producer. In order to improve the typology of the facilities, new structural materials have been proposed, but these do not always mean direct return on investment. Considering the importance of the place broiler housing, the objective of this research was to make a cost analysis comparing two models of aviaries with constructive structures of different materials and to verify if the differences in values and final quality of the materials justify the investment in the construction. Using NBR 7190 an aviary in peroba-rosa wood structure and ceramic tiles was compared with a heavy steel structure aviary with galvanized sandwich roofing. The second structure was calculated according to NBR 14762, the two projects consider the same maintenance period of the materials and cost comparison by the SINAPI December 2017 SP table. At the end of the research the results showed that even designing the structure of the aviary with light configuration and using heavy steel, considering the time life as a limiting factor; the conventional wood structure was the most economical solution for projects with the same structural configuration.

KEYWORDS: Aviculture, Cost, structural design

INTRODUÇÃO

O relatório anual da Associação Brasileira Proteína Animal (ABPA, 2017) destaca a importância do setor avícola para a economia do país, colocando-o como segundo maior produtor mundial. São produzidos mais de 12 milhões de toneladas anuais de carne, gerando 3,5 milhões de empregos. A avicultura tem diferenciais sustentáveis a outras proteínas animais pois sua produção consome menos energia, água, geram menos impactos ambientais e emitem quantidades inferiores de gases de efeito estufa. Ainda, segundo ABPA (2017) 59% de toda produção é exportada, realçando a qualidade do produto.

Para se obter o nível de qualidade exigido para se exportar à grandes mercados consumidores, como a Europa, a produção avícola deve atender as condições de ambiência para bem-estar animal, ou seja, gerenciar e controlar os índices de concentração de amônia, umidade relativa do ar, temperatura ambiental, ventilação, densidade de criação e limpeza das granjas (MIRAGLIOTTA et al., 2009; RODRIGUES, et al. 2014). De acordo com BAÊTA; SOUZA (2010) e SILVA et al. (2015), o bem-estar animal caracteriza-se pelo estado de harmonia entre o ambiente de exposição e o animal, no caso das aves, o controle do índice de temperatura e umidade (ITU) interno é o principal alerta, visto que elevadas combinações de temperaturas e umidade proporcionam altos índices de mortalidade, devido ao estresse térmico. O fator de crescimento da ave também está ligado ao ambiente de exposição.

De acordo com MASSARI et al. (2017), é necessário conhecer os ambientes em que os animais estão expostos, para que estes possam expressar seus comportamentos naturais, ter qualidade de vida e longevidade, saúde e por consequência um aumento no potencial produtivo. Tendo em vista que o manejo em local adequado reflete diretamente nos custos de produção, torna-se necessário conhecer melhor os ambientes em que os animais estão sendo expostos.

Dos aviários modernos que atendem às necessidades de bem-estar animal, existem dois modelos que se destacam, o dark house e isotérmicos. Ambos têm seu foco na conservação dos índices de conforto, cada um usando tecnologias próprias de vedação, iluminação e ventilação forçada (SHIMOKOMAKI, et al., 2017; ROSA et al., 2017). O ponto em comum entre estes modelos é a estrutura de sustentação, ou seja, o sistema estrutural dos pórticos, que são constituídos de três modelos básicos, concreto pré-fabricado, aço estrutural laminado e madeira. A escolha de qual estrutura utilizar depende da disponibilidade dos materiais onde será alocada a instalação bem como possibilidade de investimento visto que existe uma variação grande entre seus custos, estimados na ordem de 15% a 50% do valor da instalação (SANTOS FILHO; FERREIRA, 2013)

Assim esta pesquisa teve como objetivo fazer uma análise de custos, comparando um modelo de aviário, com duas estruturas construtivas de materiais diferentes e verificar se as diferenças de valores e qualidade final dos materiais justificam o investimento, no intuito de auxiliar na tomada de decisão pela estrutura com melhor custo/benefício.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Construções Rurais e Ambiência da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizado na cidade de Dourados/MS, coordenadas geográficas 22°11'42,2"S, 54°56'04,6"O, altitude 435m, com clima segundo Koppen classificado como Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos).

Para realizar as análises comparativas levou-se em consideração o custo dos materiais empregados e processo de fabricação de todos elementos do aviário. Foram estudadas 2 estruturas para um mesmo tipo de aviário, sendo uma totalmente de madeira e a segunda de aço formado a frio. Para tornar possível uma análise entre sistemas estruturais de diferentes tipos de aviários foi necessário fazer uso de uma padronização dos valores obtidos considerando informações retiradas da tabela SINAPI/2017-SP (SINAPI, 2017) da região de Presidente Prudente – SP e Bastos – SP, mês de referência dezembro de 2017.

O aviário tinha a mesma área construída, dimensões 10x110m, porém a sua estrutura possuía configurações de estruturação diferentes para cada tipo de material (madeira e aço). Nos galpões estruturados em madeira, seguiu-se a NBR 7190 (ABNT, 1997), as terças, as vigas e os pilares foram considerados com formato retangular, com seção constante. Quanto aos materiais, a madeira utilizada foi Peroba-rosa e as dimensões das estruturas seguiram o projeto conforme Figura 1.

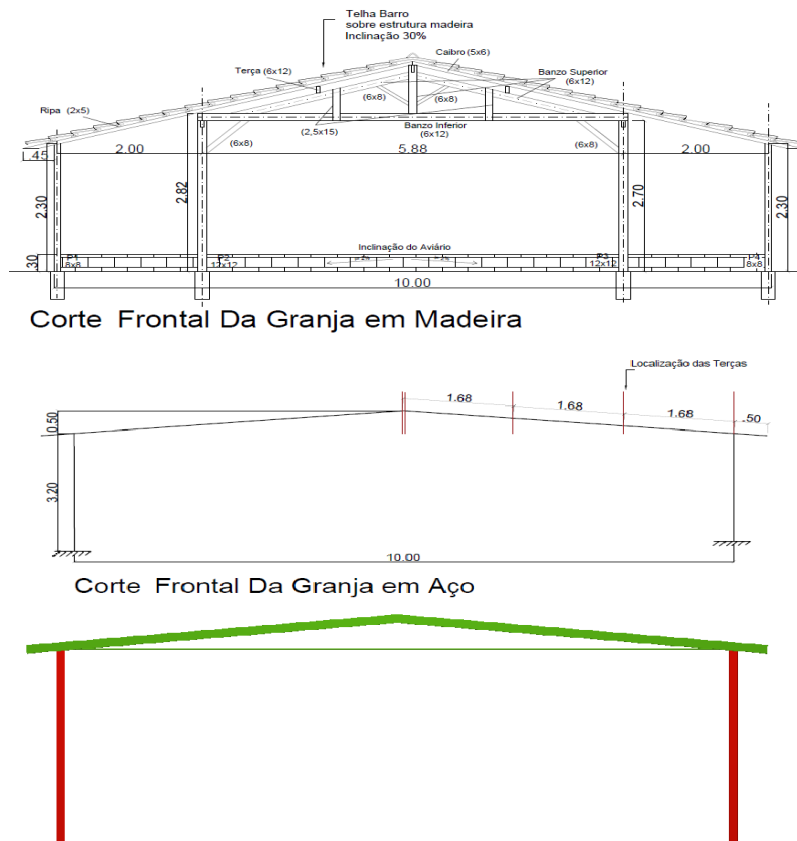


FIGURA 1. Cotas de referência dos pórticos principais dos aviários estudados.

Para os galpões em aço, seguiu-se a NBR 14762 (ABNT, 2010), o tipo de pilar adotado foi a modelo caixa dupla soldada em cordão de solda descontínuo em perfil “U enrijecido” (120x50x20x3mm), com perfil dobrado de aço galvanizado ZAR 250 ($f_y=250\text{MPa}$), formados a frio. Quanto as vigas principais da cobertura, os galpões em aço foram compostos por um modelo caixa dupla soldada em cordão de solda descontínuo perfil “U enrijecido” (140x50x20x2,5mm), com perfil dobrado de aço galvanizado ZAR 250 ($f_y=250\text{MPa}$) e formados a frio. A Terça tem um perfil “U enrijecido” (125x50x20x3,75mm), com perfil dobrado em aço galvanizado e com um tirante de 16mm para resistir aos esforços de tração e realizar o contraventamento.

Para estimar o custo das edificações de acordo com o material empregado para cada tipo de aviário foi realizado uma análise comparativa utilizando a tabela SINAPI/2017-SP com data base para dezembro/2017 e valores de venda das estruturas praticados por empresas especializadas que atuam na região de Presidente Prudente/SP e Bastos/SP, a fim de determinar o seu valor real.

Com tais informações de valores referenciadas, gerou-se tabelas e gráficos para visualizar e analisar a relação da diferença de custos entre os elementos da obra e as estruturas como um todo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da configuração final das duas estruturas foi possível determinar o quantitativo dos elementos estruturais de ambas as estruturas, realizar orçamentos e fazer análises utilizando a tabela da SINAPI/2017-SP. Como cada elemento é vendido em formato diferente, foram obtidos valores de volume (m^3) no caso da madeira, e de peso (Kg) para o aço. Comparando os orçamentos utilizando a tabela SINAPI (2017) foi possível determinar os custos dos elementos estruturais e assim definir o valor final de cada aviário, conforme Tabela 1 e Figura 2.

Na Tabela 1 é possível observar os custos por itens estruturais para cada modelo analisado. No comparativo entre os modelos, se destaca com a maior diferença percentual os Travamentos com 211,95% de diferença, sendo a estrutura de madeira mais cara que a de aço, e o investimento em

telhas, que no caso de estrutura em aço utilizou-se telha tipo sanduiche e na estrutura de madeira telha de barro, resultando em 64,52% a mais de investimento nas telhas sanduíches.

O resultado para o travamento era esperado pelo fato do uso das cordoalhas na estrutura de aço do triângulo de tensão substituírem a tesoura de madeira com todos seus componentes. Segundo WRZESIEN et al. (2015), ao usar a análise tensão é possível avaliar a força de cisalhamento na cobertura do telhado, de modo que os esforços sejam evitados e um projeto mais econômico seja possível, fato evidenciado pelo item 3 tramas do telhado, o qual ficou 2,36% mais econômico na estrutura em aço.

TABELA 1. Comparativo entre custo de estrutura em aço e madeira. Fonte: Os autores

Item	Obra	Estrutura de aço	Estrutura em Madeira	Comparativo	
				Diferença de custo	Diferença %
1	Pilares	R\$ 13.218,606	R\$ 11.040,00	R\$ 2.178,61	16,48
2	Vigas/ Tesoura	R\$ 20.566,278	R\$ 15.632,00	R\$ 4.934,27	23,99
3	Trama do Telhado	R\$ 63.178,704	R\$ 64.667,50	R\$ -1.488,79	-2,36
4	Telhas	R\$ 146.157,00	R\$ 51.853,76	R\$ 94.303,24	64,52
5	Travamentos	R\$ 1.762,99	R\$ 5.500,00	R\$ -3.737,01	-211,97
Custo final		R\$ 244.883,58	R\$ 148.693,26	R\$ 96.190,32	39,28

Para o aviário em aço a escolha da telha tem extrema importância pois influencia no peso da estrutura, razão pela qual se optou-se por telha sanduiche galvanizada com isopor pensando na configuração estrutural e no conforto, com custo variando no mercado 100 a 180 R\$/m². A cobertura do aviário em madeira recebe cobrimento em telhas cerâmicas portuguesas, comumente usadas nos modelos de aviários existentes, sendo por isso consideradas para fins de comparação, com seu valor de mercado variando de 30,00 a 44,00 R\$/m². Assim, pode-se observar na Figura 2 a elevada diferença de custo entre os dois tipos de cobertura no item Telhas, sendo este o que mais refletiu no valor final das estruturas comparadas. Do ponto de vista térmico o uso de ambas as telhas proporciona qualidade ambiental semelhante e bom desempenho se comparadas utilizando-se índices de conforto ambiental (CARNEIRO et al., 2015; SANTOS et al., 2006).

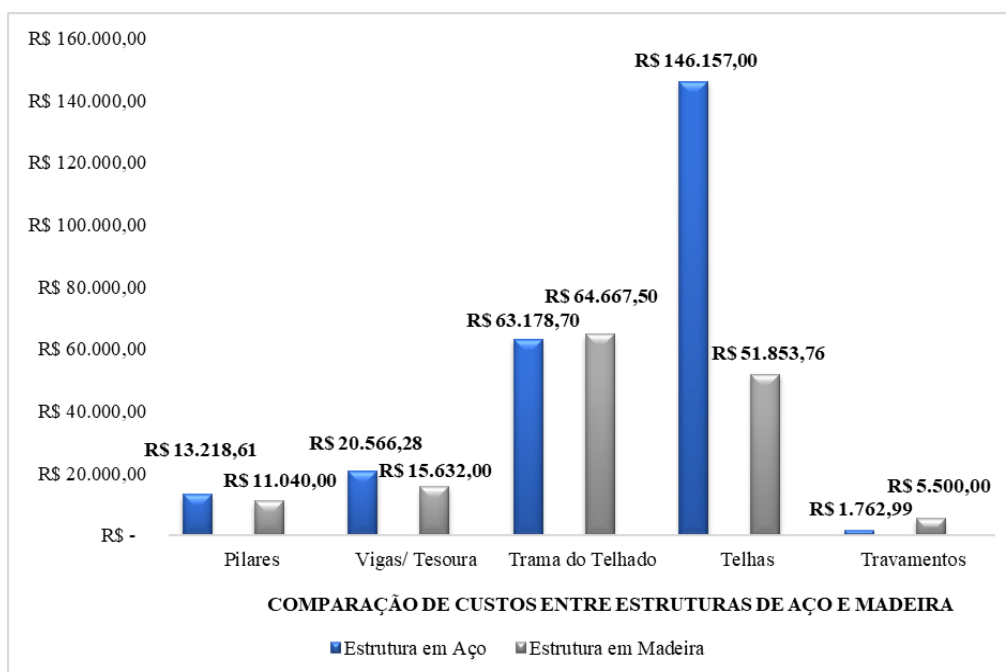


FIGURA 2. Comparação de custo entre estruturas de Aço e de Madeira.

Para os pilares o vão livre a ser vencido, com 10m de largura, não necessita de treliça no caso da estrutura metálica tendo no conjunto de pórticos somente os 2 pilares externos. Já no caso da instalação em madeira a estrutura tem configuração diferente sendo necessário no conjunto do pórtico 4 pilares, sendo 2 externos e 2 intermediários, com uma treliça sobre os mesmos (Figura 1). Mesmo havendo esta diferença, o custo final com pilares da estrutura em aço foi 16,48% superior que no galpão com estrutura em madeira. Isto se deve devido ao valor comercial do aço dobrado atingir 5,38 R\$/kg e mais o processo de dobra 2,00 R\$/Kg, elevando assim o custo final. O mesmo acontece com as vigas, ocasionando um aumento de 23,99% a mais que na estrutura de madeira.

Estudo realizado por KARABULUT; SOYOZ (2017), mostra que a popularidade das estruturas de aço moldado a frio aumentou recentemente, como consequência à descoberta da leveza do material, capacidade significativa de absorção de energia, eficiência de tempo e custo efetivo com manutenção. Embora, apresentem qualidades significativas para tomada de decisão, o fator custo final e objetivo imediato tem impacto nas decisões levando à escolha de instalações com menor custo efetivo (DIDKOVSKAYA et al., 2016).

Devido aos problemas ambientais das últimas décadas ocasionados pelo uso desenfreado e irresponsável dos recursos naturais, como é o caso de madeiras que não sejam de produções para fins comerciais, faz-se necessário o uso de alternativas como atenuantes dessa situação (SOARES et al., 2016). Neste sentido está se tornando cada vez mais comum o investimento em instalações com estruturas metálicas, que de acordo com novas tecnologias construtivas que venham a surgir poderão se tornar mais atrativas e com custos menos elevados.

CONCLUSÕES

Do ponto de vista econômico foi possível concluir que mesmo possuindo um peso 3 vezes maior em relação galpões estruturados em aço a estrutura em madeira foi a que possui menor custo final.

Analisando as diferenças como um todo, o elemento que mais influenciou no custo final foi o tipo de cobertura, pois a telha cerâmica tem um custo menor com relação a telha sanduiche galvanizada com isopor 3mm.

Embora a estrutura em aço não seja a tipologia mais indicada do ponto de vista do custo, quando analisada isoladamente, esta solução é a que gera menor peso se comparada à solução em madeira, que é um fator que se deve levar em consideração no momento da escolha da tipologia dependendo do tipo de terreno a ser instalada.

Mesmo possuindo custo atual mais elevado é cada vez mais comum a opção pelo tipo de instalação com estrutura metálica, por ser mais sustentável e não utilizar madeira, com comércio cada vez mais restrito.

REFERÊNCIAS:

- ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual** 2017. Disponível em: <<http://abpabr.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2017>> Acesso em: 07 jun 2017.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 7190: **Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 1997.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 14762: **Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio**. Rio de Janeiro, 2010.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais** – Conforto animal. Viçosa, MG: UFV, 2010. 2a ed. 269 p.
- CARNEIRO, T. A.; GUISELINI, C.; PANDORFI, H.; LOPES NETO, J. P.; LOGES, V.; SOUZA, R. F. L. Condicionamento térmico primário de instalações rurais por meio de diferentes tipos de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, 2015.
- DIDKOVSKAYA, O. V.; MAMAYEVA, O. A.; ILYINA, M. V. Development of cost engineering system in construction. **Procedia Engineering**, v. 153, p. 131-135, 2016.

KARABULUT.B; SOYOZ S.; Experimental and analytical studies on different configurations of cold-formed steel structures. **Journal of Constructional Steel Research**, p. 535-546. 2017.

MASSARI, J. M.; VERCELLINO, R. A.; CURI, T. M. R. C.; MOURA, D. J.; MEDEIROS, B. B. L.; SALGADO, D. D.. Different gender division patterns for swine housing in wean-to-finish system. **Engenharia Agrícola** (Online), v. 37, p. 13-23, 2017.

MIRAGLIOTTA, M. Y.; CASSOL, D. M. ; TOLEDANO, F. ; TOMA, S. B. ; ROSSA, L. A. F.. Determinação da eficácia antimicrobiana do Fosfomicin C diluído na água e misturado à ração, em frangos de corte. **A Hora Veterinária**, v. 29, p. 26-28, 2009.

RODRIGUES, W. O. P.; GARCIA, R. G.; NAAS, I. A.; ROSA, C. O.; CALDARELLI, C. E.. Evolução da avicultura de corte no Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, p. 1666-1684, 2014.

ROSA, C. O.; GARCIA, R. G.; COSTA, J. S.; NÄÄS, I. A.; LIMA, N. D. S. Economic analysis of the implementation of an LED lighting system in a dark house: a case study. **Custos e Agronegócio** (on line). v. 13, p. 2 – 19, 2017.

SANTOS FILHO, J. I. S.; FERREIRA, D. L. Custo do avicultor para a produção de frango de corte para a região de Nova Mutum, em Mato Grosso, ano 2013. **Embrapa Suínos e Aves**. Comunicado técnico 515. ISSN 0100-8862 Versão Eletrônica, Concórdia – SC, 2013. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/979359/custo-do-avicultor-para-a-producao-de-frango-de-corte-para-a-regiao-de-nova-mutum-em-mato-grosso-ano-2013>. Acessado em 17/09/2016.

SANTOS, R. C.; TINÔCO, I. F. F.; SOUZA, S. R. L.; TOLON, Y. B.; BARACHO, M.. Influência das coberturas de Barro, Alumínio e Cimento Amianto no bem-estar de aves e suínos, em condições de inverno. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, 2006.

SILVA, C. R.; RODRIGUES, R. L.; RODRIGUES, P. V.; ARRUDA, S. A.; SOUZA, B. B.; Análises do efeito do estresse térmico sobre produção, fisiologia e dieta de aves. ACSA – **Agropecuária Científica no Semiárido**, V. 11, n. 2, p. 22-26, 2015.

SHIMOKOMAKI M.; IDA, E. I.; SOARES, A. L.; OBA, A.; KATOMAYKA, T. et al. Animal Welfare and Meat Quality: Methodologies to Reduce Pre-slaughter Stress in Broiler Chicken. **Global Food Security and Wellness**. v.1, p 301-313, 2017.

SOARES, R. G.; OLIVEIRA, P. L.; SANTOS, S. X.. Desempenho térmico das edificações: estudo comparativo entre o telhado verde e outros tipos de coberturas. **Revista Petra**. v. 2, n. 1, p. 36-55, jan./jul. 2016

WRZESIEN A. M.; LIM J. BP.; XU Y.; MACLEOD I.A.; LAWSON R.M.; Effect of stressed skin action on the behaviour of cold-formed steel portal frames. **Engineering Structures**, v.105, p. 123-136, 2015.