

ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO EMPREGO DE ÁGUA PROVENIENTE DE CHUVAS NA AVICULTURA.

Renato Isoppo Bristot (1), Álvaro José Back (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)bristotrenato@gmail.com, (2)ajb@unesc.net

RESUMO

Com uma nova concepção de preservação ambiental que passa a ser assimilada e praticada cada vez mais por todos nós, a confecção de um mecanismo para interceptação de precipitações e posterior utilização destes recursos para a alimentação de aves, passa ser uma alternativa sustentável para o ramo alimentício, que anualmente sofre com o crescimento das demandas a ele imposto para atender as necessidades de uma população global que se desenvolve significativamente. Para a implantação deste sistema é fundamental a realização de análise preliminar sobre a possível eficiência do projeto. Assim, fazendo uso do projeto da estrutura desenvolvida para abrigar as aves, de posse de índices que representam o consumo diário variável com a fase de produção em que se encontram os animais e com o período do ano, analisando as precipitações do extremo sul catarinense que representam a região do objeto de pesquisa, aliados as áreas de contribuição disponíveis para emprego no projeto pode-se dar seguimento ao dimensionamento. Com as informações coletadas estipula-se e determina dimensões e quantidades de componentes do sistema para atendimento da produção pluvial. Além destes dados, obtém planilha para simulação do reservatório principal através dos Métodos Prático Australiano e Balanço Hídrico Seriado. Ao final, com todas as peças definidas e métodos construtivos adotados, faz-se a elaboração de planilha orçamentária para uma configuração padrão de relevo em que se encontra o aviário e disposição das benfeitorias existentes na propriedade que engloba os gastos necessários para a materialização do que foi anteriormente projetado. De modo geral, a principal preocupação de toda a concepção converge para a preservação dos recursos naturais, juntamente com a minimização dos impactos ambientais em relação à menor ou até mesmo eliminação na utilização de captação de água diretamente de nascentes e rios. Por fim, é possível constatar que o sistema apresenta comportamento técnico satisfatório (quando considerado apenas o consumo das aves para destinação dos volumes aproveitados) e mesmo possuindo desempenho ruim quanto ao custo direto de implantação, a viabilidade econômica pode ocorrer ao associar este mecanismo desenvolvido com questões ambientais, estabilidade no fornecimento de água e emprego de ações comerciais. Vale ressaltar ainda, a necessidade de execução da água captada antes da destinação para alimentação, não considerada no estudo pois já é praticada recorrente na propriedade.

Palavras-chaves: Aproveitamento pluvial, Precipitações, Eficiência técnica, Eficiência econômica, Dimensionamento.

1. INTRODUÇÃO

Com a problemática natural propiciada com o descaso de boa parte da população terrestre e pela falta de investimentos de autoridades e órgãos competentes, as questões ambientais estão sendo cada vez mais focadas por entidades e pessoas conscientizadas e comprometidas com a necessidade de recuperação dos recursos degradados e preservação daqueles que ainda resistem aos maus tratos impostos. Tudo isso se deve à grande preocupação dos seres humanos em tentar minimizar os impactos que os próprios causam no meio ambiente durante seu período de vida. Além disso, conceitos de redução de impacto, reciclagem de materiais e reuso de recursos estão sendo muito valorizados e discutidos para que esta ideologia se prolifere paralelamente a expansão da globalização e grau de capitalismo em que a economia do planeta alcança.

Dentre as deficiências ambientais que são constatadas ao analisar o presente estágio de deterioração do meio em que vivemos, deve ser feita ressalva quanto à poluição dos recursos e reservas hídricas próprias para consumo. Segundo Barlow (2009) se nenhuma medida for tomada sobre a maneira que agimos, até o ano de 2025, cerca de dois terços da população mundial sofrerá com a falta de disponibilidade de água. Tal fato deve-se a crise hídrica que estamos enfrentando e que tem como geradores, dentre outros fatores, a poluição – seja ela por esgotos não tratados ou contaminação química – a mudança climática e a onda de crescimento populacional.

Por ser essencial à vida terrestre, suprimindo as necessidades fisiológicas de sobrevivência, e de fundamental importância nas atividades comerciais – sendo responsável pelo surgimento e desenvolvimento de civilizações – a possibilidade de escassez dos recursos em um futuro breve nos leva a elaborar pesquisas e projetos que possibilitem a otimização do consumo, minimizar a poluição gerada em suas diversas utilizações, redução da emissão de efluentes, além da interatividade das características mencionadas com a criação de metodologias de reuso de recursos desprezados ou ainda de alternativas para minimizar o consumo direto de água.

Aliado a esta situação preocupante, o atual aumento do número de habitantes no globo gera atenção quanto à demanda progressiva de alimento. Dentre estes mantimentos, a produção de carnes brancas procura substituir a tão questionada, e

consumista de água durante sua produção, carne bovina. De acordo com a União Brasileira de Avicultura (UBABEF) em seu relatório anual versão 2012, a produção de carne de frango chegou a 13,058 milhões de toneladas em 2011, em um crescimento de 6,8% em relação a 2010, impulsionando ainda mais o consumo de água na criação das aves.

Diante de todo este cenário, medidas a fim de reduzir o consumo e a busca por fontes alternativas de água vêm se tornando cada vez mais frequentes e necessárias. Uma das possibilidades para reduzir o consumo de água é o desenvolvimento de sistema para o aproveitamento da água da chuva para utilização na produção de frangos em criadouros.

Não apenas como ferramenta de preservação e prolongamento da disponibilidade adequada de recursos hídricos com características físico-químicas propicia a sua utilização nas mais variadas finalidades, os métodos e práticas de aproveitamento de águas provenientes de chuva resultam na diminuição das descargas em redes pluviais pelo escoamento superficial após a incidência de precipitação.

No entanto, é primordial a concepção, dimensionamento e planejamento de sistemas a serem instalados de acordo com requisitos e normatizações que instruem sobre tais mecanismos para que os resultados e o desempenho esperados aconteçam, além de garantir a segurança, funcionalidade, durabilidade e economia dos componentes.

Com base na NBR 15.527 (ABNT, 2007) é possível identificar os requisitos para o aproveitamento da água da chuva de coberturas para fins não potáveis. Tal norma estabelece ainda que para a concepção do projeto do sistema de coleta de água de chuva este deve atender às NBR 5.626 – Instalação Predial de Água Fria (ABNT, 1996) e NBR 10.844 – Instalações Prediais de Águas Pluviais (ABNT, 1989).

Na elaboração do sistema de captação para aproveitamento de águas pluviais devem ser considerados principalmente dois fatores: a demanda de água da edificação e as séries históricas de precipitação da região estudada.

Este trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade técnica e econômica da coleta, armazenamento e uso da água da chuva em aviários para criação de frango de corte.

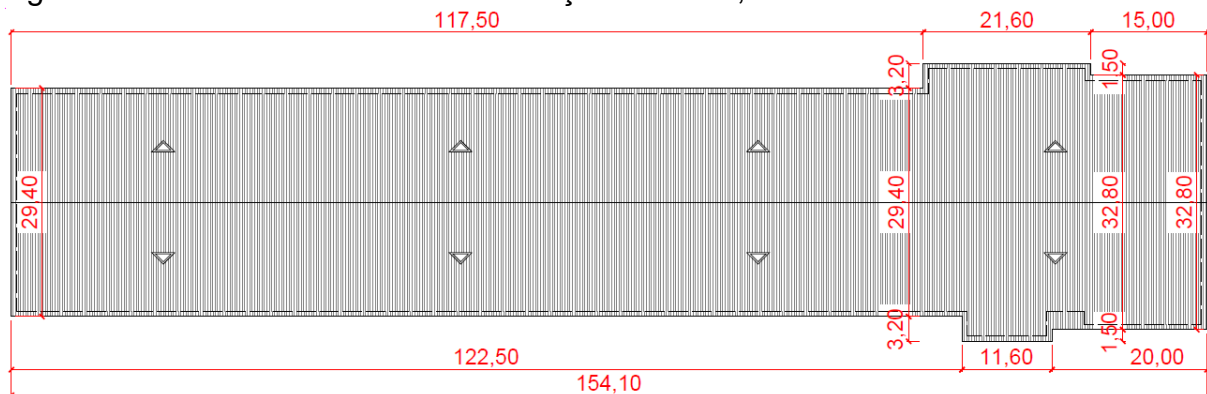
2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Para o desenvolvimento da pesquisa foi adotado modelo padronizado de edificação (aviário) aplicado pela empresa Seara Alimentos, filial Forquilha/SC, junto aos criadores conveniados da região sul do estado catarinense. Foi adotada uma propriedade localizada no bairro Guarita do município de Sombrio/SC, parceira da empresa, como objeto para o presente estudo.

A partir desse modelo e com o projeto de cobertura identificado, conforme pode ser observado na Figura 1, e configurações de caimento e dimensões das superfícies levantadas, obteve-se área de captação passível de utilização. Para tal, a NBR 10.844 (ABNT, 1989) apresenta indicações de cálculo para uma série de possibilidades de coberturas.

Figura 1: Planta de cobertura da edificação adotada, medidas em metros.



Fonte: Autor, 2012.

2.2 DETERMINAÇÃO DOS VOLUMES APROVEITÁVEL E DEMANDADO

Com base na planta da cobertura existente foi projetado o sistema composto por calhas, condutores verticais e condutores horizontais e o reservatório para armazenamento.

A disponibilidade de água foi determinada com base na série histórica de precipitação diária do período entre 01/01/1977 e 31/12/2010, registrado na estação pluviométrica de Sombrio (ANA, 2011).

Para estimativa do consumo diário da edificação – nesta pesquisa considerada apenas utilização para alimentação das aves – foram utilizados os dados fornecidos

pela Seara Alimentos de Forquilha/SC que controla o sistema de produção (Tabela 1).

Tabela 1: Demanda diária de água por frango (mL).

Fase	Período (dias)	Duração (dias)	Consumo (ml/ave/dia)
Inicial	1 - 21	21	150
Crescimento	22 – 36	15	220
Final	37 – 45	9	360 – 540
Vazio sanitário	46 - 60	15	-

Fonte: Autor, 2012.

Vale ressaltar que são apresentados dois índices para fase final devido neste período de produção, com os animais já adultos, entre os meses de junho a agosto as temperaturas são baixas e o consumo de água, conseqüentemente, reduz.

2.3 DIMENSIONAMENTO DE CALHAS E CONDUTORES

A vazão máxima foi estimada com base na metodologia descrita na NBR 10.844 (ABNT, 1989), considerando a área de captação e o índice pluviométrico. Foi utilizada a equação de chuvas intensas de Sombrio (Back, 2002) para o período de retorno de 5 anos e duração de 5 minutos.

O dimensionamento das calhas e condutores foi realizado com base na equação de Manning-Strickler. Os condutores verticais foram dimensionados com o uso do ábaco disponibilizado na NBR 10.844 (ABNT, 1989). Os condutores horizontais foram dimensionados com a equação de Manning, adotando-se tubos em PVC e com formato circular (Tabela 2).

Tabela 2: Capacidade condutor horizontal circular (Q em L/min).

Diâmetro interno (D) - (mm)	n = 0,011			
	0,5 %	1,0 %	2,0 %	4,0 %
100	204	287	405	575
125	370	521	735	1.040
150	602	847	1.190	1.690
200	1.300	1.820	2.570	3.650
250	2.350	3.310	4.660	6.620
300	3.820	5.380	7.590	10.800

Fonte: Adaptado NBR 10.844, 1989.

2.4 DEFINIÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DE DESCARTE E DE ARMAZENAMENTO

A capacidade do reservatório de descarte é estabelecida através do produto entre a área de contribuição adotada e a taxa de limpeza necessária para limpeza da cobertura (remoção de partículas e materiais contaminantes) de acordo com as características regionais e a finalidade do recurso aproveitado.

O reservatório de armazenamento, por ser uma das componentes principais e que impactam em maior parcela no custo de implantação do sistema de coleta e estocagem de águas pluviais para posterior utilização, conforme ilustra Citadin (2010), deve ser dimensionado com especial atenção, uma vez que existem diferentes metodologias que podem resultar em resultados muito diferentes, conforme demonstrado por Fontanela (2010). Dentre os métodos existentes destacam-se os métodos da Simulação do Reservatório ou Balanço Hídrico, de Azevedo Neto, e Prático Alemão, Inglês e Australiano – de modo a propiciar melhor análise das características físicas da edificação, das solicitações hídricas exigidas, do índice de chuvas atuantes na área de pesquisa e do conseqüente volume apresentado para suprir tais componentes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO

Com base no projeto arquitetônico e na metodologia da NBR 10.844/89 obteve-se a área total para captação de água de chuva de $A = 4.792,46 m^2$.

3.2 DEMANDA INTERNA DE ÁGUA

A demanda de água foi obtida relacionando o consumo da ave, de acordo com a fase de produção que esta se encontra, com a população total do aviário. Para isso, considerou-se taxa de 13,33 animais/m² por ter considerado peso médio por animal de 2,85kg e taxa de 38 kg/m².

Os valores obtidos estão dispostos na Tabela 3, que ilustra a demanda média diária do aviário de acordo com o período de produção, considerando apenas uso de recursos hídricos para alimentação.

Tabela 3 – Demanda diária de água para consumo, em litros/dia.

Período (dias)	População	Fase de produção	Demanda (L/dia)
0 – 21 (21)	54.500	Inicial	8.150,00
22 – 36 (15)		Crescimento	11.990,00
37 – 45 (9)		Final	19.620,00
46 – 60	54.500	Vazio Sanitário	–

Fonte: Autor.

3.2 DETERMINAÇÃO DE VOLUME APROVEITÁVEL DE ÁGUAS PLUVIAIS

Posterior ao cálculo da parcela aproveitável do telhado existente parte-se para a determinação da produção de águas pluviais que podem ser produzidas na região adotada para pesquisa.

Com estes indicadores e com a aplicação de considerações como a fixação do coeficiente de escoamento $C=0,85$ (telha de fibrocimento), eficiência do sistema $\eta = 100\%$ – em virtude de ser realizado desconto de 1mm para as precipitações diárias referente a limpeza da superfície de coleta – e emprego da equação fornecida pela NBR 15.527 (ABNT, 2007), pode-se obter resultados de precipitação e volumes produzidos mensais médios para o período analisado, que são apresentados na Tabela 4. Além disso, a tabela também ilustra o consumo ao longo de cada mês e demonstra a eficiência do sistema ao relacionar Produção x Demanda.

Tabela 4 – Precipitações e volumes médios mensais do município de Sombrio/SC.

Mês	Precipitação (mm)	Produção (m ³)	Demanda (m ³)	Eficiência (%)
Janeiro	150,38	561,53	291,58	192,58
Fevereiro	154,76	579,89	324,82	178,53
Março	145,67	545,94	291,58	187,24
Abril	109,61	408,20	324,82	125,67
Mai	117,22	441,49	291,58	151,41
Junho	100,79	377,96	236,53	159,79
Julho	115,67	434,15	291,58	148,90
Agosto	125,55	472,03	236,53	199,56
Setembro	134,92	505,28	279,59	180,72
Outubro	132,99	496,57	336,81	147,43
Novembro	140,24	526,68	279,59	188,38
Dezembro	122,22	455,90	336,81	135,36

Fonte: Autor.

3.4 DIMENSIONAMENTO DE CALHAS E CONDUTORES

A obtenção da vazão de projeto, para a configuração abordada acima, foi determinada empregando sua área em associação com a intensidade pluviométrica no município de Sombrio/SC fornecida por Back (2002), que apresenta a equação geral de cálculo (equação 1) e tabela com indicadores específicos para estação da região geográfica abordada.

Assim, com as informações acima e adotando período de retorno determinado pela NBR 10.844 (ABNT, 1989) de T=5 anos e duração da precipitação t=5 minutos foi estabelecido à intensidade e a vazão de projeto:

$$i = \frac{714,1 * 5^{0,1642}}{(5 + 8,1)^{0,6648}} = \mathbf{168,18 \text{ mm/h}} \quad (\text{equação 1})$$

$$Q = \frac{I * A}{60} = \frac{168,18 * 4.792,46}{60} = 13.433,07 \text{ l/min} = \mathbf{13,43 \text{ m}^3/\text{min}}$$

3.4.1 Calhas

Para o dimensionamento do presente trabalho foi estabelecido o uso de calhas em chapas de alumínio dobradas e de seção semicircular de diâmetro $\varnothing=125\text{mm}$ em PVC. Desta forma, em virtude do comprimento da cobertura ser elevado e gerar grande área de contribuição, optou-se por definir a superfície em que cada modelo de calha suportaria e conseqüentemente obter o espaçamento máximo entre as descidas (condutores verticais) a ser adotado.

Para os cálculos de determinação dos componentes iniciais de captação e condução, calhas, a inclinação adotada foi de 0,5%, valor mínimo exigido pela NBR 10.844 (ABNT, 1989).

Essa mesma normativa ainda apresenta tabela que indica valores de vazão máxima suportada pelas calhas semicirculares em PVC para uma série de combinações de diâmetros e inclinações, que foi utilizada para obtenção do fluxo limite para a configuração acima indicada.

Para o modelo metálico, não circular, não existe tabela similar ao caso anterior. Assim, foi necessária a aplicação da equação de Manning-Strickler e características próprias da seção transversal considerada, conforme segue:

$$Q = 60.000 * \frac{8,757 \times 10^{-3}}{0,011} * (3,28 \times 10^{-2})^{\frac{2}{3}} * (0,005)^{\frac{1}{2}} = \mathbf{346 \text{ l/min}}$$

A partir de todos os dados levantados confeccionou-se a Tabela 5, onde estão contidos índices para a configuração de cobertura adotando as duas modalidades de calhas.

Tabela 5 – Espaçamento máximo entre condutores verticais “d”, em metros.

Tipo de Calha	Vazão da Calha (L/min)	Declividade adotada (%)	Distância	
			d calc.	d adot.
PVC	236	0,5	5,61	5,60
Metálica	346	0,5	8,23	8,20

Fonte: Autor.

Embora possuam preços equivalentes optou-se em adotar calhas metálicas para sequência do projeto. A decisão recai sobre o fato de haver maior solicitação de condutores verticais (demanda superior a 46%) quando comparados o modelo em PVC sobre indicadores das peças em alumínio, o que elevam a demanda de mão de obra e resultam em custos mais onerosos ao executor.

3.4.2 Condutores verticais

Para a obtenção do diâmetro considerou-se comprimento do condutor L=1m, altura da lâmina de água na calha H₁= 62,5mm (PVC) e H₂= 70mm (metálica) e as vazões máximas suportadas pelas tipologias das calhas adotadas (Q₁=236 l/min e Q₂=346 l/min). A partir do ábaco que adota calha com saída em aresta viva (figura 2), obteve-se as larguras dos tubos, que estão expressos na Tabela 6:

Tabela 6 – Diâmetro dos condutores verticais, em metros.

Tipo de Calha	Vazão (L/min)	Diâmetro (mm)	
		Ø calc.	Ø adot.
PVC	236	83	100
Metálica	346	94	100

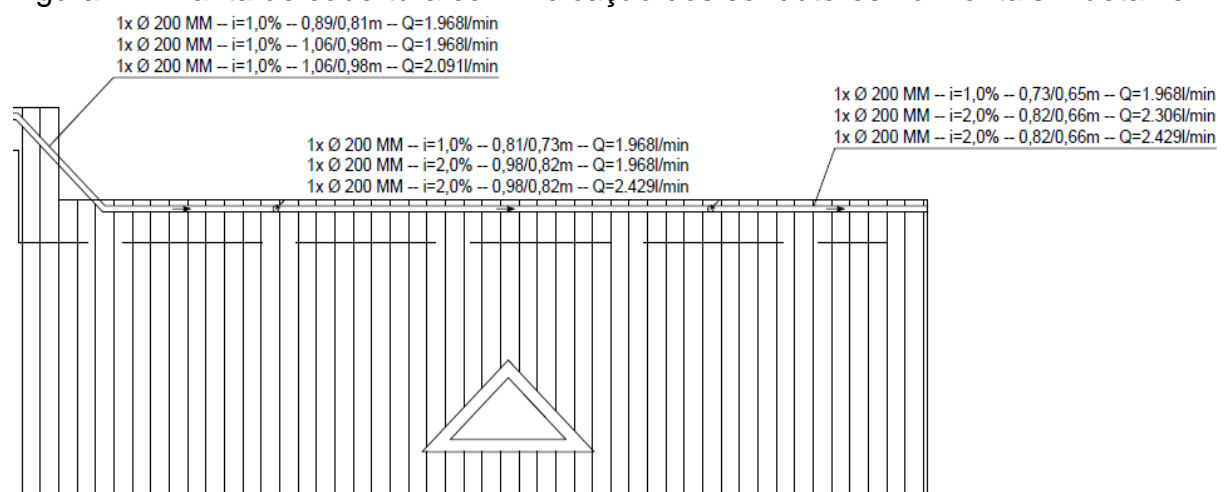
Fonte: Autor.

3.4.3 Condutores horizontais

Para determinação do diâmetro dos condutores horizontais foram definidos tubos em

PVC com formato circular e adotada a equação de Mannig-Strickler. A partir dessas características e com a vazão suportada pela calha metálica adotada aliado ao espaçamento das descidas verticais possibilitou a verificação e adoção de diferentes diâmetros de tubo ao longo de todo o trajeto entre as calhas e o reservatório de descarte. De modo a facilitar a análise dos diâmetros e inclinações, fez-se uso do programa Hidrom, versão 1.2 (Back, 2006). Os diâmetros e inclinações estabelecidos após os cálculos são apresentados no detalhe exposto na figura 2.

Figura 2 – Planta de cobertura com indicação dos condutores horizontais – detalhe.



Fonte: Autor.

3.5 CÁLCULO DOS RESERVATÓRIOS DE DESCARTE E DE ARMAZENAMENTO

3.5.1 Reservatório de descarte

O reservatório de descarte foi dimensionado adotando taxa de descarte de 1 L/m² o que corresponde a valores de precipitação de 1mm, conforme ressaltam Fontanela (2010) e Tomaz (2003 *apud* PROSAB, 2006). Desta forma, o volume (V_d), em litros, necessário para o recipiente de interceptação é igual à área de coleta utilizada pelo sistema.

Aplicando o exposto acima tem-se que $V_d = 4.792,5$ L onde , devido a distribuição ocorrer equivalentemente para ambos caimentos serão adotados dois reservatórios em fibra de vidro com capacidade de 3.000 L, sendo instalado um em cada lateral.

3.5.2 Reservatório de armazenamento

Conforme citado no trabalho, há uma série de metodologias normatizadas para dimensionamento de um reservatório. Em decorrência da área de contribuição e a

demanda de água serem elevados, o presente trabalho apresenta três métodos de dimensionamento de modo a encontrar valor de reservatório mais adequado a realidade e as solicitações impostas.

3.5.2.1 Método Prático Alemão

Para a determinação do volume demandado anualmente, foi necessário fazer o somatório de seis ciclos de produção devido o consumo não ser constante ao longo do ano. Tal característica de consumo uniforme é necessária para adoção literal da equação deste método. Diante disso, fez-se o agrupamento dos valores que estão dispostos na tabela 4, e dado continuidade na metodologia, como mostra o roteiro abaixo que apresenta a utilização das equações 2,3 e 4:

$$V_{cons} = \sum C_{ciclo} \times 0,06 = 3.518,64 \times 0,06 = \mathbf{211,12m^3} \quad (\text{equação 2})$$

$$V_{prod} = (P * A * C) \times 0,06 = (1.450,0 \times 4.792,46 \times 0,85) \times 0,06 = \quad (\text{equação 3})$$
$$354.402,42l = \mathbf{354,40m^3}$$

$$V_{adot} = \min(211,12; 331,94) \Rightarrow V_{adot} = \mathbf{211,12m^3} \quad (\text{equação 4})$$

3.5.2.2 Método Prático Australiano

Após deduzir índice de interceptação adotado $I = 1\text{mm}$ das precipitações ocorridas diariamente, estipulou-se planilha com valores mensais de toda a série analisada. Estes dados foram introduzidos na equação 5, na parcela pertinente a precipitação.

$$Q = A * C * (P - I) \quad (\text{equação 5})$$

Através de tais ponderações e com o auxílio do Microsoft Excel foi definido volume do reservatório de modo à sistemática adotada atender o valor mínimo de 90% dos meses analisados.

Assim, tem-se que o volume do reservatório para atendimento da demanda com grau de confiança superior a 90%, conforme é exigida pela metodologia, é $V = \mathbf{145,00m^3}$.

3.5.2.3 Método da Simulação do Reservatório ou Balanço Hídrico

Para a aplicação desta metodologia no objeto de estudo foi utilizada série de precipitação de forma diária, considerando que para a chuva aproveitada foi

descontado da precipitação a altura de 1 mm para lavação da área de coleta. Para o coeficiente de escoamento foi usado o valor numérico de 0,85. Desta forma, com auxílio de tabela semelhante a elaborada no método anterior, foi estabelecido volume aproveitável de chuva acumulo dia a dia. Com a demanda, ocorreu o mesmo princípio, de acumular o volume de um dia para outro, para ter-se o mesmo parâmetro de comparação.

Ao fim, alterando valores de reservatórios pode-se obter indicador que atendesse ao mínimo de 90% dos dias analisados.

Desta forma, para a área de cobertura de 4,792,46m² é necessário emprego de reservatório com capacidade para $V = 165,00m^3$ para ser atendimento de 90,12% dos 12.648 dias analisados.

3.6 COMPARATIVO DOS VOLUMES OBTIDOS

O dimensionamento adequado e mais próximo do real deve englobar as três variáveis determinantes que influenciam diretamente no volume do reservatório: área de contribuição, consumo e precipitação pluviométrica.

Desta forma, analisando os procedimentos adotados para cálculo (compreende todos os parâmetros ressaltados acima), a necessidade de atingir atendimento mínimo dos períodos estudados (90%), e o fato de considerar o acúmulo de produções e demandas dia após dia, ficou definido por adotar os volumes encontrados na Metodologia do Balanço Hídrico.

3.7 RELAÇÃO CUSTO X BENEFÍCIO

Posteriormente aos cálculos e definições sobre materiais e métodos construtivos que seriam adotados para a materialização do estudo proposto, foi efetuado levantamento dos quantitativos de cada componente do sistema e realizada pesquisa, no comércio da região do objeto definido como modelo de pesquisa, dos valores mercantis.

Para estimar os gastos com mão de obra para execução das atividades fez-se uso de indicadores financeiros tais como Sinapi (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), desenvolvido em parceria pela Caixa Econômica Federal e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do mês

de agosto de 2012, e do referencial de preços do Departamento Estadual de Infraestrutura (DEINFRA) de sua última atualização – agosto de 2011.

Com todos os dados já obtidos, foi elaborada planilha orçamentária modelo para a edificação adotada no estudo que é apresentada na tabela 7.

Para uma possível diminuição dos gastos iniciais de implantação do sistema passa a ser interessante a aplicação da metodologia da Curva ABC, que possibilita identificar quais componentes apresentam maior participação no custo global e conseqüentemente efetuar a sua substituição por material ou método construtivo de menor valor agregado.

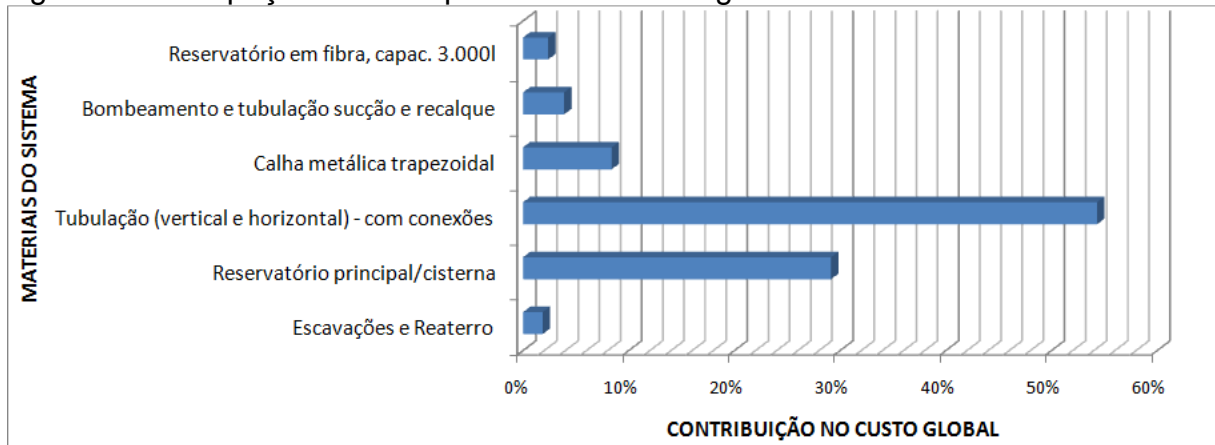
A Figura 3 ilustra gráfico com a participação dos componentes agrupados de acordo com suas funções, realizada com o auxílio da planilha orçamentária apresentada anteriormente. A partir desta ilustração, verifica-se que há destaque na participação dos itens tubulações verticais e horizontais, e reservatório principal/cisterna, que juntos correspondem por parcela superior a 83%.

Tabela 7 – Planilha orçamentária do sistema projetado.

ORÇAMENTO MATERIAL E MÃO DE OBRA					
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UNID.	QUANT.	CUSTO UNIT. (R\$)	CUSTO TOTAL
1.0	ESCAVAÇÕES E REATERRO				1.161,51
1.0	Escavações e Reaterro	un	1,00	1.161,51	1.161,51
2.0	CISTERNA				18.200,34
2.0	Reservatório principal/cisterna	un	1,00	18.200,34	18.200,34
3.0	INSTALAÇÃO HIDROSANITÁRIA				43.074,04
3.1	Tubulação (vertical e horizontal) - com conexões	un	1,00	33.916,44	33.916,44
3.2	Calha metálica trapezoidal	m	308,20	17,00	5.239,40
3.3	Bombeamento e tubulação sucção e recalque	un	1,00	2.430,00	2.430,00
3.4	Reservatório em fibra, capac. 3.000l	un	2,00	744,10	1.488,20
Valores totais					TOTAL
Sessenta e dois Mil Quatrocentos e trinta e cinco Reais e Oitenta e nove Centavos					R\$ 62.435,89

Fonte: Autor.

Figura 3: Participação dos componentes no custo global do sistema.



Fonte: Autor.

O estudo procurou desenvolver configuração padrão que possa ser aplicadas as diversas configurações de relevo as quais sejam estabelecidos os aviários. Em virtude disso, não foram realizados comparativos que visassem definir melhor composição custo *versus* desempenho entre diferentes materiais e métodos construtivos dos itens que mais impactam no custo total.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que:

- 1) A produção média mensal de águas pluviais atende a demanda do aviário em todos os meses do ano, quando considerado apenas a alimentação das aves como utilização do recursos captados;
- 2) O sistema mostrou desempenho tecnicamente viável, pois é possível produzir volume hídrico que satisfaça parcela superior a 90% dos dias considerados, o que resulta em 11 meses do ano atendidos;
- 3) O volume do reservatório para aproveitamento da água da chuva foi estimado em 165,00 m³, obtendo grau de confiança de 9 em cada 10 dias analisados com demandas supridas;
- 4) Os custos de implantação do sistema foram estimados em R\$ 62.435,89. Deste montante, destaca-se participação superior a 54% do item tubos e conexões em PVC;
- 5) Embora demonstre viabilidade técnica, o sistema apresentou, do ponto de vista econômico, comportamento não satisfatório necessitando de análise mais

detalhada. Tal abordagem deve incluir riscos de mortalidade de frangos com a falta de água por determinados períodos, benefícios ambientais propiciados pelo mecanismo e valorização e disseminação da imagem da empresa no cenário mercantil e sustentável, que não abordados neste trabalho;

6) Vale ressaltar que devido à água aproveitada das chuvas poder possuir partículas e propriedades físico-químicas impróprias para utilização direta após estocagem desta, uma prática já desenvolvida nas propriedades se faz necessária. Devido boa parte dos recursos hídricos empregados nos aviários não serem oriundos de sistemas de abastecimento público, como Casan e Samae, o tratamento dos líquidos é feito pelo produtor através de orientações de técnicos.

5. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Inventário das estações pluviométricas. Brasília: ANA;SGH, 2009. 332p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626/1998. Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR 10844/1989**. Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

_____. **NBR 15527/2007**. Água de Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

BARLOW, Maude. **Água, pacto azul: a crise global da água e a batalha pelo controle da água potável no mundo**. São Paulo: M.Books, 2009. 200p.

BACK, Álvaro J. **Chuvas intensas e chuva de projeto de drenagem superficial no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. 65p. (Epagri. Boletim Técnico, 123).

CITADIN, Diego Damiani. **Estudo da viabilidade econômica do aproveitamento de água da chuva na escola municipal parque avenida de Praia Grande**. 2010. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

FONTANELA, Leonardo. **Avaliação de metodologias para dimensionamento de reservatórios para aproveitamento de água pluvial**. 2010. 68 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis em áreas urbanas**. Guarulhos: Autor e Próprio Editor, 1998. 200 p.

UBABEF – União Brasileira de Avicultura. *Relatório anual 2012*. Disponível em: <<http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=3293>>. Acessado em 02 de novembro de 2012.