

## VIABILIDADE FINANCEIRA DO SECADOR SOLAR VERTICAL NA SECAGEM DAS AMÊNDOAS DO CACAU PRODUZIDO NA BAHIA

Fernanda Vargas Amigo<sup>1</sup>, Geovana Pires Lima<sup>2</sup>, Jorge Henrique Sales<sup>3</sup>, Katianny Gomes Estival<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Universidade Estadual de Santa Cruz, BA, Brasil.

Rec.:16/07/2017. Ace.:18/01/2018

### RESUMO

Via modelagem computacional foi realizado estudo comparativo entre dois sistemas de secagem para o cacau, a forma tradicional e o secador solar vertical, nos quais foram avaliados os efeitos térmicos de ambos os sistemas usando a equação de calor. Objetivando relacionar a eficiência no processo de secagem com a viabilidade financeira entre estes, foi necessário usar o cálculo da taxa interna de retorno e a taxa de atratividade mínima para ambos os sistemas. Resultando em 10% de atratividade para torre ao mês e na barcaça para as mesmas taxas é equivalente a 15%. O valor presente líquido (VPL) também foi calculado e o da torre corresponde a R\$ 49.190,90 e da barcaça R\$ 7.979,25. Portanto o sistema vertical proposto possui maior atratividade.

Palavras-chaves: Secagem vertical, Solar, Viabilidade, Cacau.

## FINANCIAL FEASIBILITY OF THE VERTICAL SOLAR DRYER IN THE COCOA ALMONDS DRYING PRODUCED IN THE BAHIA

### ABSTRACT

By computer modeling, a comparative study was carried out between two drying systems for cocoa, the traditional form and the vertical solar dryer, in which the thermal effects of both systems were evaluated using the heat equation. In order to relate the efficiency in the drying process with the financial viability between them, it was necessary to use the internal rate of return calculation and the rate of the minimum attractiveness for both systems. Resulting in 10% attractiveness for tower per month and in the barge for the same rates is equivalent to 15%. The net present value (NPV) was also calculated and that of the tower corresponds to R\$ 49,190.90 and the barge R\$ 7,979.25. Therefore, the proposed system vertical is more attractive.

Keywords: Drying vertical, Solar, Viability, cocoa.

Área tecnológica: Engenharia II, Economia.

### INTRODUÇÃO

\*Autor para correspondência: [jhosales@uesc.br](mailto:jhosales@uesc.br)

A região do sul da Bahia é a principal produtora de cacau do país, tendo uma representatividade de cerca de 85% da produção nacional. Em 1989 a praga da vassoura de bruxa, *Crinipellis pernicioso*, afetou a cacauicultura, conseqüentemente a produção foi substancialmente reduzida (BARROS, 2017). Segundo dados do IBGE a produção que passou de 320,5 mil toneladas para 191,1 mil toneladas entre 1991 para 2000, esta vertiginosa queda fez com que a participação no mercado internacional reduzisse cerca 73% (IBGE, 2000). Esta praga provocou uma “quebra” da cultura do cacau e gerou graves problemas socioeconômicos nas regiões produtoras, pois segundo Alves Filho (2002), aproximadamente 3 milhões de pessoas eram beneficiadas pela atividade, seja direta ou indiretamente. Desta forma a competitividade do Brasil no mercado do cacau caiu significativamente e a parcelada produção mundial que detêm não influencia o preço internacional. Portanto, para recuperar sua expressividade a produção brasileira precisa crescer substancialmente.

Verifica-se, também, que o cacau tem sido comercializado sem praticamente nenhum valor agregado, as amêndoas são oferecidas com baixa qualidade, a secagem não é uniforme e há pouco avanço tecnológico neste setor. Implicando em baixo lucro para o produtor, que mantém práticas operacionais ultrapassadas.

Na região do Espírito Santo a produção do cacau passou de 23 arrobas por hectare, em 2002, para 80 arrobas por hectares, em 2010, por causa da introdução de novas tecnologias de beneficiamento (MARTINS et al., 2012). Isto revela a importância do desenvolvimento tecnológico para o beneficiamento do cacau.

A secagem tradicional ocorre em barcaças, onde as amêndoas são dispostas horizontalmente (CODEVASF, 2009). Numa plataforma de madeira ou cimento. É frequente a utilização de lenha na secagem, comprometendo a qualidade do grão, via contaminação do poluente. Uma das dificuldades é a não uniformidade da secagem, além disso, o sistema não permite o controle de temperatura.

Devido à problemática existente no sistema barcaça é proposto um secador vertical solar, que garante temperaturas controladas e com fluxo de calor uniforme por todo o sistema. Conseqüentemente o tempo de secagem é reduzido e a área de ocupação é otimizada, em relação à barcaça. O sistema vertical é composto por bandejas sobrepostas, no qual a alimentação é realizada pela parte superior e o grão seco é retirado pela parte inferior, esta movimentação é possível devido ao sistema de alavancas. No topo da torre há uma saída de ar móvel, que permite a exaustão do sistema e o controle da temperatura (SANTOS; SALES, 2014).

O objetivo deste estudo é analisar a viabilidade financeira entre os dois sistemas de secagem de grãos na região cacauzeira na Bahia. No qual foi realizada uma análise financeira para verificar a atratividade, no qual foi calculado o VPL, TIR e tempo de retorno para os diferentes investimentos (BASTOS; SANCHES, 2014).

## METODOLOGIA

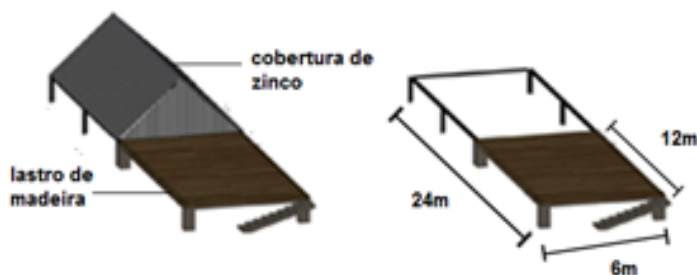
O método empregado para analisar a eficiência no processo de secagem consistiu em: simular computacionalmente os dois sistemas com as mesmas condições de contorno, e comparar com os dados experimentais, obtidos por meio de observação. As construções das geometrias foram feitas por meio do software SolidWorks® e a simulação computacional realizou-se por meio do software COMSOL®.

AMIGO, F.V. et al.. Viabilidade financeira do secador solar vertical na secagem das amêndoas do cacau produzido na Bahia.

Para avaliação da viabilidade financeira foi calculado o VPL, valor presente líquido, TIR, taxa interna de retorno payback (Tempo de Retorno), retorno do investimento, para os diferentes investimentos.

A barçaça é a forma tradicional de secagem dos grãos de cacau, esta possui dimensões variando em média  $3\text{m} \times 6\text{m}$ ,  $8\text{m} \times 8\text{m}$  e  $6\text{m} \times 12\text{m}$  (CODEVASF, 2009). O modelo simulado possui dimensões de  $6\text{m} \times 12\text{m}$ , equivalente a  $72\text{ m}^2$ . É importante salientar que a área de ocupação de uma barçaça é o dobro da área de disposição dos grãos, lastro, pois é necessário o recuo para acoplar a cobertura de proteção. Neste sistema os grãos são dispostos horizontalmente e ficam expostos ao meio, havendo apenas uma cobertura de zinco para proteção (CODEVASF, 2009), que é acionada em dias chuvosos, e nos horários de alta incidência solar, pois os grãos são sensíveis a altas temperaturas e aos raios ultravioleta, principalmente entre as 10:00h e 14:00h, no qual é necessário fechar a cobertura de zinco para protegê-los (FERREIRA, 2013). A umidade está presente durante o processo de secagem, portanto é necessário um trabalho constante, a cada duas horas, para buscar a uniformização da secagem nas amêndoas. Durante a noite as amêndoas ficam sob a cobertura de zinco, a uma temperatura média de  $26\text{ }^\circ\text{C}$ , estas absorvem umidade do ambiente, implicando em 12 dias para concluir o processo de secagem, ou seja apresentar cerca de 8% de umidade (MARTINS et al., 2012). Além disso, a exposição ao ambiente é propícia para a contaminação das amêndoas por diversos agentes externos (FERREIRA, 2013). Verifica-se um agravante neste sistema, pois, usualmente para reduzir o tempo de secagem, usa-se a queima de madeira, além das consequências ambientais com esta atividade, a frequente absorção da fumaça pelos grãos compromete sua qualidade (MARTINS et al., 2012). A figura 1 apresenta uma ilustração da barçaça usual.

**Figura 1:** Barçaça tradicional



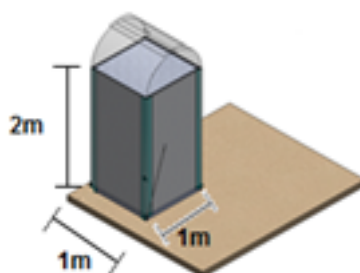
Fonte: Santos, 2014.

A torre vertical consiste em um sistema alternativo de secagem que maximiza o uso da energia solar para secar os grãos em menor tempo e com maior qualidade. O sistema simulado possui 2 metros de altura por 1 metro de largura e 1 metro de comprimento,  $1\text{m} \times 1\text{m} \times 2\text{m}$ . A forma de operação do sistema é simples, consiste em preencher as bandejas com amêndoas, ainda húmidas, oriundas do processo de fermentação, as bandejas são inseridas no secador pela parte superior do sistema por meio de um mecanismo de alavancas, que permite a movimentação das bandejas. Após o tempo necessário para realizar a secagem, as bandejas são retiradas pela parte inferior da torre. No top do equipamento há uma saída de ar similar a uma chaminé, que permite a exaustão, na qual é possível variar a temperatura, com o ajuste da abertura da saída de ar, o mesmo não é possível na barçaça

AMIGO, F.V. et al.. Viabilidade financeira do secador solar vertical na secagem das amêndoas do cacau produzido na Bahia.

(SANTOS; SALES; LIMA, 2014). O secador vertical possui um sistema de telemetria embarcado que permite o controle da temperatura e umidade durante o processo de secagem, com ele é possível determinar a faixa de temperatura que a amêndoa deve ser seca, e com a variação da abertura do exaustor a temperatura é ajustada. Para a simulação e observação experimental a saída de ar foi mantida no seu ponto médio. A figura 2 ilustra a torre de secagem.

**Figura 2:** Torre de secagem vertical

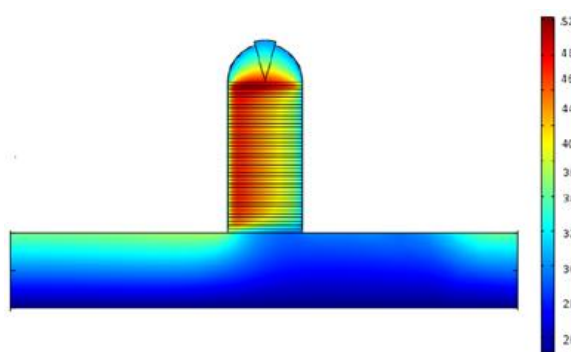


Fonte: Santos, 2014.

A construção da figura 1 e 2, foram realizadas por meio do software SolidWorks®.

A torre foi modelada no software COMSOL, com condições de contorno próximas das condições reais, sendo mantidas na simulação da barbaça, para que a comparação entre os dois sistemas fossem feitas da melhor maneira possível. A figura 3 ilustra o comportamento da simulação da torre.

**Figura 3:** Distribuição do calor na torre às 14:00h



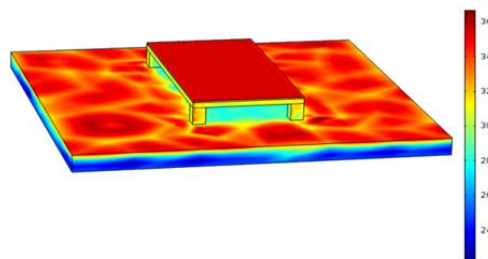
Fonte: Santos, 2014.

Na figura 3 mostra o momento em que a radiação solar, às 14h, aquece um lado da torre. As regiões em vermelho são as temperaturas mais elevadas. Na mesma figura não mostra as correntes de convecção (SANTOS; SALES, 2014).

AMIGO,F.V. et al.. Viabilidade financeira do secador solar vertical na secagem das amêndoas do cacau produzido na Bahia.

Um exemplo do uso do método para simulação na barçaça, no mesmo horário, é ilustrado na figura 4:

**Figura 4:** Distribuição do calor na barçaça às 14:00h



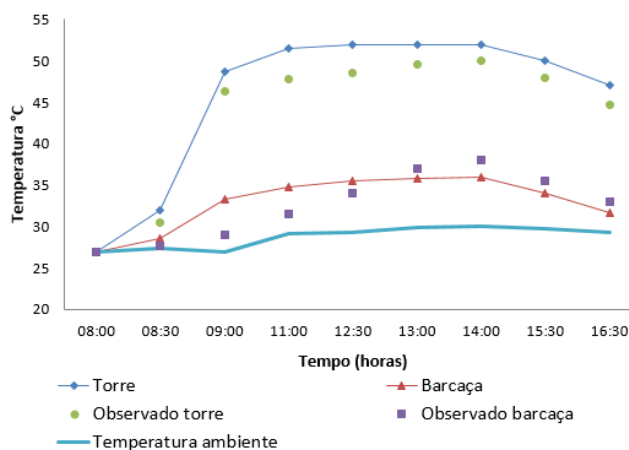
Fonte: Santos, 2014.

A figura 4 mostra temperaturas mais altas na plataforma da barçaça e no solo. Nos resultados é mostrado um comparativo de rendimento térmico entre a barçaça e a torre vertical.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados obtidos por meio das simulações computacionais é possível comparar o processo de secagem de ambos os sistemas, quanto à temperatura e tempo de secagem. O gráfico 1 ilustra a comparação dos dados simulados e os observados.

**Gráfico 1 -** Variação das temperaturas nos sistemas ao longo do tempo



Fonte: autoria própria (2016)

No processo de secagem, a transferência de temperatura é fundamental, bem como, a estabilidade ao longo do tempo. Como não há mudança do estado físico na amêndoa, o calor sensível é

AMIGO, F.V. et al.. Viabilidade financeira do secador solar vertical na secagem das amêndoas do cacau produzido na Bahia.

responsável pelo aumento da temperatura na amêndoa com massa  $M$ . Portanto, usando a definição para o calor sensível (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2002)

$$Q = Mc\Delta T \quad (1)$$

onde a grandeza  $c$  é calor específico da amêndoa,  $M$  a massa e  $\Delta T$  é a variação da temperatura. Na barça a transferência de calor  $Q_b$  para as amêndoas é dada por:

$$Q_B = M_B c \Delta T_B \quad (2)$$

sendo  $M_B$  a massa (carga) da amêndoa na barça,  $c$  o calor específico das amêndoas e  $\Delta T_B$  a variação da temperatura na barça.

Na torre o calor transferido  $Q_T$  é:

$$Q_T = M_T c \Delta T_T \quad (3)$$

onde  $M_T$  é a massa (carga) de amêndoas na torre,  $c$  o calor específico das amêndoas e  $\Delta T_T$  a variação de temperatura na torre.

Foi visto que a variação da temperatura da torre é dada por:

$$\dot{T}_T \equiv \frac{\Delta T_T}{\Delta t} = 0,40^\circ\text{C}/h \quad (4)$$

e para a barça

$$\dot{T}_B \equiv \frac{\Delta T_B}{\Delta t} = 1,65^\circ\text{C}/h \quad (5)$$

Portanto, a razão entre (4) e (5) resulta aproximadamente em:

$$\frac{\dot{T}_T}{\dot{T}_B} = 0,2424 \dots$$

ou, reescrevendo

$$\frac{\Delta T_T}{\Delta T_B} = 0,2424 \dots \quad (6)$$

aproximando para

$$\frac{\Delta T_T}{\Delta T_B} = 0,25 \quad (7)$$

Analisando o efeito relativo da transferência de calor dos sistemas para as amêndoas, é necessário que a carga (massa) de amêndoas sejam iguais, ou seja  $M_T = M_B$ , assim a razão do calor na torre em relação a barça é dado por

$$\frac{Q_T}{Q_B} = \frac{M_T c \Delta T_T}{M_B c \Delta T_B}$$

Usando o resultado (7), obtêm-se

$$Q_T = 0,25 Q_B \quad (8)$$

Como a análise se dá no mesmo intervalo de tempo, isso implica que a taxa de transferência de calor  $H$  (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2002) é constante nos dois sistemas, então:

AMIGO, F.V. et al.. Viabilidade financeira do secador solar vertical na secagem das amêndoas do cacau produzido na Bahia.

$$H = \frac{Q_T}{\Delta t_T} = \frac{Q_B}{\Delta t_B} \quad (9)$$

onde  $\Delta t_T$  é a variação temporal na torre e  $\Delta t_B$  na barçaça. Reescrevendo a igualdade (9)

$$\frac{\Delta t_T}{\Delta t_B} = \frac{Q_T}{Q_B} \quad (10)$$

assim a igualdade (10) indica uma relação do tempo de transferência de calor de um sistema em relação ao outro. No caso para simplificar  $t_T$  é o tempo na torre e  $t_B$  é o tempo na barçaça, logo

$$t_T = 0,25 t_B \quad (12)$$

Se na barçaça forem gastos 12 dias na secagem, na torre serão gastos,

$$t_T = 3 \text{ dias} \quad (13)$$

Na próxima seção é mostrado o impacto desta eficiência térmica na produção no processo de secagem da amêndoa do cacau.

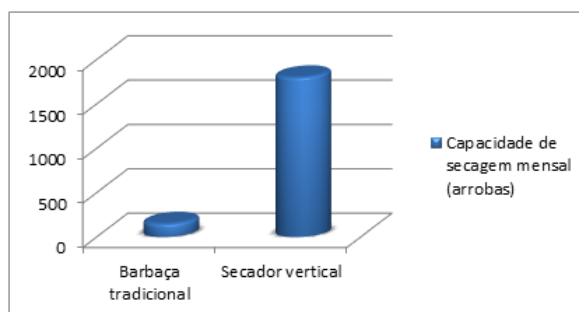
#### Análise da produtividade em 72 m<sup>2</sup>

O impacto desta redução do tempo de secagem é substancialmente importante na capacidade de produção dos secadores. A área fixada foi de 72m<sup>2</sup>, que equivale a medida do lastro da barçaça, seu com carregamento máximo de é 120,24 arrobas de sementes (cacau mole). No processo de secagem o peso da amêndoa é reduzido cerca de 50% (CUNHA; SERÔDIO, 1991), aproximadamente 60 arrobas. O tempo médio de secagem neste sistema é de cerca de 12 dias (MARTINS et al., 2012). Portanto a capacidade de produção mensal (30 dias) de uma barçaça é de aproximadamente 150 arrobas de cacau seco (CODEVASF, 2009).

Na mesma área, 72 m<sup>2</sup>, é possível instalar 6 torres, individualmente cada torre possui capacidade máxima de 60,12 arrobas de sementes (cacau mole), considerando a redução de 50% da massa inicial (CUNHA; SERÔDIO, 1991), aproximadamente 30 arrobas de cacau seco. Portanto para o sistema de 6 torres o carregamento máximo é de aproximadamente 360,72 arrobas (cacau mole). Sendo o tempo de secagem das amêndoas neste sistema em torno de 3 dias, equação (12). Logo a capacidade de produção mensal no conjunto de torres é de 1800 arrobas de cacau seco.

Percebe-se que a capacidade de secagem por área é significativamente superior quando utilizado o conjunto de 6 torres. O gráfico 2 apresenta uma comparação entre a capacidade de secagem mensal, utilizando os diferentes sistemas, a barçaça tradicional, e o conjunto de secadores de cacau vertical.

**Gráfico 2** - Capacidade de produção mensal em arrobas



Fonte: Autoria própria (2016)

A substancial diferença na produtividade vem da maior eficiência da torre em relação à barçaça quanto ao processo de secagem (LIMA; SANTOS; SALES, 2015). Além disso, o espaço de AMIGO, F.V. et al.. Viabilidade financeira do secador solar vertical na secagem das amêndoas do cacau produzido na Bahia.

ocupação é otimizado, isso permite que para a mesma área, 72 m<sup>2</sup>, seja possível instalar 6 torres enquanto apenas 1 barçaça pode ser instalada, desta forma a capacidade de carregamento do sistema de torres é 3 vezes maior, e com o tempo de secagem de 4 vezes menor.

A relação de produtividade é feita mensalmente visto que na região de cacaueteira, a qual está sendo analisada, a colheita ocorre durante todo o ano, sendo a chamada safra, entre setembro e novembro, entre março e julho ocorre o temporão, que é um período em que há colheita, porém com menor escala em relação a colheita realizada no período da safra, e nas outras épocas há a catagem, pequena colheita (MARTINS NETO, 2005).

#### Análise financeira

A fim de verificar a viabilidade financeira de ambos os sistemas, foi calculado a TIR (taxa interna de retorno) e o VPL (valor presente líquido). Para Sviech (2013), a TIR é um método que permite analisar investimentos, amplamente solicitada do no meio empresarial (SVIECH; MANTOVAN, 2013). A utilização deste método permite verificar a rentabilidade interna de um projeto, considerando o valor do investimento inicial, diluído ao longo dos períodos (EVANGELISTA, 2006) Desta forma, a partir da taxa interna de retorno, calculada, esta pode servir de parâmetro para ser comparada com a taxa mínima de atratividade. Por meio desta comparação é possível verificar a viabilidade ou não do investimento, o que é de extrema importância, pois evita que investimentos que não lucrativos sejam iniciados, implicando em prejuízos (MOTTA; CALÔBA, 2002). O Valor Presente Líquido, VPL, consiste em um método que apresenta o valor atual, obtido por meio da operação do fluxo de caixa presente a uma dada taxa de juros, no qual é possível, juntamente com a TIR, analisar a viabilidade do investimento (MOTTA; CALÔBA, 2002). Segundo (MARQUEZAN, 2006) para calcular o VPL de um determinado momento, deve ser feito um somatório dos fluxos de caixa por período em relação a uma taxa de juros, obtendo assim o valor atual do investimento. A utilização destas ferramentas no projeto é de suma importância, pois é possível analisar a viabilidade financeira do sistema proposto, estimando em quanto tempo o investimento será pago e também pode ser usado como parâmetro de escolha entre o sistema tradicional ou o sistema vertical, considerando qual investimento possui maior retorno, por exemplo. Considerando uma taxa mínima da atratividade (TMA) de 10% a.m. o valor da TMA foi estimado a partir da análise de três aspectos, custo de oportunidade, que consideram quais outros investimentos poderia ser feitos com o recuso aportado no presente projeto, ou seja, é o analisar o valor de oportunidades não escolhidas. O risco envolvido, que é inerente a qualquer investimento, quanto maior o risco maior deve ser a TMA. E o outro fator é a liquidez do investimento que consiste na velocidade que o investimento se transforma em caixa (MARTINS NETO, 2005). Sabendo destes fatores, a taxa mínima estipulada de retorno do investimento foi de 10% a.m.

O calculo do VPL (valor presente líquido) é obtido por meio da seguinte equação (GITMAN, 2002)

$$VPL = \sum_{c=1}^n \frac{FC_t}{(1+TMA)^c} - I_0 \quad (14)$$

sendo,  $FC_t$  = valor presente do fluxo de caixa;  $I_0$  = investimento inicial; TMA = taxa de atratividade mínima t = período; n = período do último fluxo de caixa.

Para obter o TIR, o VPL deve ser igual a zero, implicando em TMA igual a TIR na equação (14). Portanto,

$$0 = \sum_{c=1}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^c} - I_0 \quad (15)$$

AMIGO, F.V. et al.. Viabilidade financeira do secador solar vertical na secagem das amêndoas do cacau produzido na Bahia.



Da equação (14) e (15) é obtido o resultado da tabela (1).

**Tabela 1** - comparação entre o VPL e TIR dos sistemas

	VPL (R\$)	TIR	Payback
Barcaça tradicional	7.979,25	15%	6° mês
Torre de secagem vertical	49.190,90	135%	1° mês

Fonte: Autoria própria (2016)

Para TMA de 10%, foi calculado o valor presente líquido (VPL), que no caso da barcaça tradicional, o valor obtido foi de aproximadamente R\$ 7.979,25, e o VPL calculado para o caso da torre de secagem vertical foi de R\$ 49.190,90. Estes resultados implicam afirmar que, para uma taxa de atratividade mínima de 10%, ambos os investimentos são viáveis, pois apresentam o VPL positivo, porém a torre de secagem apresenta o VPL substancialmente maior, logo é mais atrativo. O investimento é considerável viável quando o resultado do VPL é positivo e a taxa interna de retorno (TIR) é maior que a TMA. A TIR calculada para a barcaça foi de 15% e o valor obtido para a TIR no caso da torre de secagem vertical foi de aproximadamente 135%. Portanto como em ambos os sistemas o VPL obtido foi positivo e a TIR maior que a TMA, podemos concluir que ambos os investimentos são viáveis, porém a torre possui maior atratividade, pois comparando com a barcaça os indicadores financeiros são maiores. A tabela 1 apresenta a comparação entre o VPL, TIR e payback (Tempo de Retorno) de ambos os sistemas.

A tabela 1 mostra os resultados obtidos com o cálculo da VPL e TIR, percebe-se que o investimento mais atrativo é o da torre de secagem vertical. Pois, o retorno é em seis meses.

Todos os cálculos tiveram como base no fluxo de caixa ilustrado na tabela 2. No período zero, o valor de R\$ 33.000,00 e R\$6.000,00 correspondem respectivamente ao valor de aquisição de cada sistema. Os demais períodos correspondem ao lucro com a produção, levando em consideração o preço de venda médio da arroba de R\$ 150,00. A torre de secagem vertical possui maior lucro porque o custo operacional é reduzido, pois como o sistema é mais fácil de operar há redução do custo com mão de obra e também redução do custo com manutenção. Desta forma, a cada 150 arrobas produzidas mensalmente com um preço de venda igual a R\$150,00, o lucro é de R\$ 6.014,25 utilizando o sistema barcaça e de R\$ 8.100,00 utilizando o secador vertical.

**Tabela 2:** Fluxo de caixa dos sistemas

AMIGO,F.V. et al.. Viabilidade financeira do secador solar vertical na secagem das amêndoas do cacau produzido na Bahia.

Período (mês)	Fluxo de caixa barcaça	Fluxo de caixa torre
0	-R\$ 33.000,00	-R\$ 6.000,00
1	R\$ 6.014,25	R\$ 8.100,00
2	R\$ 6.014,25	R\$ 8.100,00
3	R\$ 6.014,25	R\$ 8.100,00
4	R\$ 6.014,25	R\$ 8.100,00
5	R\$ 6.014,25	R\$ 8.100,00
6	R\$ 6.014,25	R\$ 8.100,00
7	R\$ 6.014,25	R\$ 8.100,00
8	R\$ 6.014,25	R\$ 8.100,00
9	R\$ 6.014,25	R\$ 8.100,00
10	R\$ 6.014,25	R\$ 8.100,00
11	R\$ 6.014,25	R\$ 8.100,00
12	R\$ 6.014,25	R\$ 8.100,00

Fonte: Autoria própria (2016)

Portanto, na tabela 2, pode-se verificar que o sistema de barcaça tem maior custo de aquisição e menor lucro a cada período, e o sistema de secagem vertical possui menor preço de aquisição e maior lucro. Os cálculos para a análise financeira permite inferir que a torre de secagem vertical é um investimento mais atrativo, pois tem maior VPL e TIR, além disso, o payback é menor.

## CONCLUSÃO

A análise financeira mostra que é possível afirmar que o investimento do secador solar vertical é viável e mais atrativo do que o sistema tradicional de barcaça. Ambos possuem taxa interna de retorno (TIR) superior à taxa mínima de atratividade (TMA) e valor presente líquido (VPL) positivo, portanto ambos são viáveis, entretanto, na torre estes valores são substancialmente superiores quando comparados com os da barcaça tradicional. Com a TMA a 10%, a TIR calculada no investimento da torre foi de 135% e de 15% no caso da barcaça. O VPL calculado para a torre foi de R\$49.190,90 e da barcaça R\$7.979,25. Sendo que para a torre de secagem o retorno do investimento se dá desde o primeiro mês de operação, e na barcaça o retorno acontece apenas no sexto mês de operação.

O sistema vertical apresenta pouca variação da temperatura com tempo comparado com o sistema tradicional no mesmo intervalo de tempo. Consequentemente, apresenta um tempo de secagem mais rápida, em torno de 3 dias. O protótipo confirmou os resultados previstos na simulação.

Buscando mais eficiência no processo de secagem, pesquisas estão sendo desenvolvidas na criação de um sistema auxiliar solar, acumulador de calor, que acoplada à torre, garante uma secagem contínua dos grãos (SOGLIA; LIMA; SALES, 2016).

AGRADECIMENTOS: Ao CNPq e FAPESB.

## REFERÊNCIAS

AMIGO, F.V. et al.. Viabilidade financeira do secador solar vertical na secagem das amêndoas do cacau produzido na Bahia.

ALVES FILHO, M. . **Jornal UNICAMP**, 192 - ANO XVII – São Paulo, 30 de setembro a 6 de outubro de 2002. Disponível em <[http://www.unicamp.br/unicamp/unicamphoje/ju/setembro2002/unihoje\\_ju192pag03.html](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamphoje/ju/setembro2002/unihoje_ju192pag03.html)>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2017.

BARROS, J. C. ; A saga do cacau na Bahia. **ONG Repórter Brasil**. São Paulo 2005. Disponível em < <http://reporterbrasil.org.br/2005/05/a-saga-do-cacau-na-bahia/>>. Acesso em: 23 de julho de 2017.

BASTOS, T. S.; SANCHES, P. S. **A importância do orçamento de capital na empresa**: Estudo de Caso em uma Indústria Metalúrgica da cidade de Marília-SP/ Bruna Taiara da Silva Bastos, Patrícia da Silva Sanches; orientador: Vânia Cristina Gutierrez. Marília , SP: 2014.

CODEVASF, PROJETO INTEGRADO DE NEGÓCIOS SUSTENTÁVEIS – PINS: **Cadeia produtiva de cacau**: oportunidade de investimento em cacauicultura no vale do São Francisco e do Parnaíba, Brasília, DF 2009.

CUNHA, J. ; SERODIO, R. dos S. 1991. Tecnologia disponível para o beneficiamento e armazenamento do cacau. **CEPLAC/CEPEC**. Boletim Técnico nQ 172. 45 p. Ilhéus, Bahia 1991.

EVANGELISTA, M. L. S. **Estudo comparativo de análise de investimentos em projetos entre o método VPL e o de opções reais**: o caso cooperativa de crédito - Sicredi Noroeste. 163 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

FERREIRA, A. C. R.; AHNERT, D.; Melo NETO, B. A. de M.; MELLO, D. L. N. **Guia de beneficiamento de cacau de qualidade**. Ficha técnica, Instituto Cabruca. Ilhéus, Bahia:, 2013.

GITMAN, L. J. **Princípios da Administração Financeira**. 7 ed. São Paulo: Harbra, 2002.

HALLIDAY, D., RESNICK,R., WALKER, J., **Fundamentos de física**. 6ª edição, vol. 2, editora LTC, 2002.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário estatístico do Brasil**. v. 61. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2000. ISSN 0100-1299. Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb\\_2000.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb_2000.pdf)>. Acesso em: 19 de novembro de 2015

LIMA, G. P. A. ; SALES, J. H. . Sistema alternativo para secagem de cacau e geração de energia. Revista **GEINTEC: Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 5, p. 1703-1715, 2015.

MARQUEZAN, L. H. F.; Análise de Investimentos. **Revista Eletrônica de Contabilidade Curso de Ciências Contábeis**, Santa Maria,v.3, n.1 jun.2006.

MARTINS NETO, F., J. **Estudo da viabilidade técnica da implantação de pomar de Cacau e Banana consorciados no município de Tucumã-PA**. Boletim técnico UPIS. Planaltina, Distrito Federal Junho de 2005.

MARTINS, J.M.; Martins J. M.; J.H. F.; Silva W. S.; Silva V. B.; Arruda J. A. P; Nascimento J. A. R.; Dortas L. C.; Freitas A. J. A.; Ramos A. R.. **Melhoria da Qualidade de Cacau**. CEPLAC/CENEX. 45p. Ilhéus. 2012

MOTTA, R. R.; CALÔBA, G. M. **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

SANTOS, E. C.; SALES, J. H. O.; LIMA, C. A. COMSOL Multiphysics® Model of a solar dryer. **Revista COMSOL Multiphysics®**, v1, p 1-5, 2014

AMIGO,F.V. et al.. Viabilidade financeira do secador solar vertical na secagem das amêndoas do cacau produzido na Bahia.

SANTOS, E. SALES J. H. O. Secador Vertical Solar para Amêndoas de Cacau, Revista **GEINTEC Gestão, Inovações e Tecnologias**, v. 4, p. 1594-1605, 2014.

SOGLIA, L. V. M; LIMA, G. P. A; SALES, J. H. D. O Desenvolvimento de um gerador de ar quente e acumulador de calor utilizando energia solar para a secagem de amêndoas de cacau. *68ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência 68ª SBPC. Anais. Porto Seguro, 2016.*

SVIECH, V.; MANTOVAN E. A. Análise de Investimentos: Controvérsias na Utilização da TIR e VPL na Comparação de Projetos. **Revista Percursos**. v13, n 1. Curitiba, 2013.

AMIGO,F.V. et al.. Viabilidade financeira do secador solar vertical na secagem das amêndoas do cacau produzido na Bahia.