

### III-085 – COMPOSTAGEM DE SUBPRODUTOS DA VINIFICAÇÃO

**Felipe Augusto Scalco<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Técnico em Agropecuária pelo Colégio Agrícola de Veranópolis.

**Geraldo Antônio Reichert**

Engenheiro Civil pela UFRGS. Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo IPH da UFRGS. Engenheiro do DMLU de Porto Alegre. Professor do Curso de Engenharia Ambiental da UCS.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Estrada Guerino Cosmos Rigon, 1340 – Monte Bérico – Veranópolis – RS – CEP: 95330-000 – Brasil - Tel: (54) 3441-0088 - e-mail: [felipescal@ibest.com.br](mailto:felipescal@ibest.com.br)

#### RESUMO

No presente trabalho descreve-se um projeto de compostagem dos subprodutos da vinificação, o qual deverá inicialmente ser incorporado a uma fração de material estruturante para o equilíbrio físico-químico do material a ser compostado, com esse controle e a utilização de leiras estáticas aeradas em um sistema coberto produz-se um composto estável com elevado valor agrônômico.

Como material estruturante foi utilizado cama de aviário, rica em nutrientes, principalmente nitrogênio essencial para o processo, para isso utilizou-se uma fração de subprodutos da vinificação e cama de aviário de 3:1. O projeto possui capacidade para processamento de 40 t/dia de mistura a ser compostada e área para estocagem do composto estável para um período de 45 dias.

O processo possui irrigação automatizada com sistema de reuso da água pluvial e lixiviado gerado na compostagem, como forma de controle dos parâmetros físico-químicos necessários para a operação. Já sua configuração estrutural apresenta as leiras dispostas em conjunto de três unidades para obter maior praticidade na operação do sistema, com um soprador industrial para cada conjunto de leiras.

A viabilidade do projeto não só apresenta benefícios ao meio ambiente como também uma forma econômica para as vinícolas, com a obtenção de um condicionante orgânico equilibrado para o solo em substituição aos onerosos produtos químicos utilizados na agricultura. Os resultados foram obtidos em quatro cenários distintos, com variação de valores na venda do composto estável e na economia com a destinação dos subprodutos na forma de resíduos, partindo de um custo de tratamento de R\$ 30,29 por m<sup>3</sup> de resíduos processado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Subprodutos da Vinificação, Compostagem, Leiras, Viabilidade, Aeração.

#### INTRODUÇÃO

A atividade vinícola no mundo sofreu consideráveis oscilações no período de 2000 a 2005. Segundo Mello (2008), entre 2000 e 2002 a produção mundial de vinhos apresentou decréscimo, em consequência do reduzido crescimento econômico e elevado desemprego em alguns países europeus. As exportações dos vinhos europeus cresceram em torno de 20 % nos últimos vinte anos, com relação ao ano de 2005, a França continua como o maior produtor mundial, com uma produção que ultrapassou 5,3 milhões de toneladas de uva, tendo a Itália como segundo maior produtor, com produção superior a 5 milhões de toneladas. O Brasil apresentava a 16ª maior produção mundial de vinho, com uma produção anual de 320 mil toneladas de uva.

A viticultura ocupa um dos setores frutíferos mais importantes no Brasil, concentrada em diversas regiões, onde se destacam como maiores produtores Estados das Regiões Sul, Sudeste e Nordeste, atingindo em 2008, um aumento da produção de 1,4 milhões de toneladas, superando o ano de 2007. O Estado do Rio Grande do Sul, maior pólo vitivinícola, responde por cerca de 50 % da uva cultivada e 90 % da bebida elaborada no país (MELLO, 2008). Segundo dados do Cadastro Vitícola do ano 2000, o estado do Rio Grande do Sul possui 620 vinícolas e 12.829 produtores de uva, distribuídos em cerca de 20 municípios.

A principal região produtora é a serra do Nordeste, que responde por quase 90 % do volume total da produção gaúcha de vinhos, a qual possui uma das maiores vinícolas do país, a Cooperativa Vinícola Aurora Ltda., localizada no município de Bento Gonçalves.

Do total das uvas produzidas no Brasil, 50 a 60 % são direcionadas para elaboração de vinhos, suco e outros derivados (MELLO, 2008). Um grande problema é a quantidade de resíduo que é gerado pelas agroindústrias, principalmente na elaboração de vinhos, sendo que 100 litros da produção geram 31,7 kg de resíduos, dos quais 20 kg são de bagaço (CAMPOS, 2005).

Atualmente o Brasil é considerado um dos países que mais produz resíduos agroindustriais, devido à intensa atividade agrícola. Isso faz com que se busquem alternativas para utilização dessa matéria orgânica, que é problema enfrentado também pelas indústrias vinícolas, devido ao tempo que este resíduo leva para se decompor, tornando-se fonte de poluição ambiental, destacando-se a poluição do solo, da água, do ar e a proliferação de vetores.

A intensa produção de uvas para suprir o mercado industrial, por sua natureza perene, ou seja, cultivar permanentemente reflete em intenso e constante desgaste do local, como esgotamento de nutrientes, consumo constante de água, solo exposto e ação de intempéries, entre outras. Para o suprimento destes desgastes, utilizam-se doses excessivas de adubos químicos como fonte de nutrientes e de esterco puro como forma de aporte orgânico para o solo.

Com o uso intenso dessa prática agrícola, têm gerados problemas de poluição dos solos e águas, em decorrência dos resquícios químicos e orgânicos que não são absorvidos pelos microrganismos, distúrbios fisiológicos nas videiras, disseminação de sementes de plantas indesejáveis e introdução de doenças de solo na área de cultivo.

Já, no processo de vinificação, são gerados resíduos sólidos em grandes quantidades como o bagaço e engaço de uva, sendo estes os predominantes. Por esse rejeito ser em grande quantidade e sua destinação final em locais inadequados como na própria produção agrícola, alimentação excessiva de animais domésticos e encostas de rodovias, reflete em problemas ambientais.

Pela grande geração desse tipo de resíduo, atualmente está se tornando um problema na sua destinação final correta, por possuírem poucas opções de destino e os mesmos sendo muito onerosas, muitas vinícolas despejam os mesmos em locais inadequados, repercutindo em problemas para o meio ambiente.

## **CONCEPÇÃO DE PROJETO**

O processo de fazer composto orgânico de resíduos de vinícolas será constituído de duas fases distintas: tratamento físico e tratamento biológico.

O tratamento físico destina-se ao preparo dos resíduos, para o favorecimento da ação biológica. Nesta fase os resíduos da vinificação de maior significância como o bagaço e engaço ao chegarem no sistema serão pesados, submetidos a uma análise físico-química, conforme resultados obtidos na análise realizada para dimensionar este projeto (Tabela 1) e misturado a estas quantidades necessárias de cama de aviário.

Para a mistura, inicialmente adotada de 3:1, ou seja, três partes de resíduo da vinificação para uma de cama de aviário isso em função do equilíbrio de suas propriedades físico-químicas, em especial C/N (carbono/nitrogênio), ideal de 30/1 no início do processo, uma vez que o material estruturante é rico em nitrogênio (Tabela 2) ao contrário dos resíduos da vinificação.

**Tabela 1 – Características físico-químicas dos subprodutos da vinificação**

Parâmetros	Resultado
pH a 25 °C	3,97
Cálcio total (mg/g)	1,34
Carbono orgânico total (% em base seca)	42,35
Cobre total (mg/g)	0,1
Fósforo total (% em base seca)	0,24
Magnésio total (mg/g)	0,62
Manganês total (mg/g)	0,01
Nitrogênio total (% em base seca)	0,72
Potássio total (mg/g)	6,3
Relação C/N	58,8:1
Umidade (%)	60,3

Fonte: Relatórios de Ensaios N° 193/10 (Lasan, 2010), 241436 (Cean, 2010)

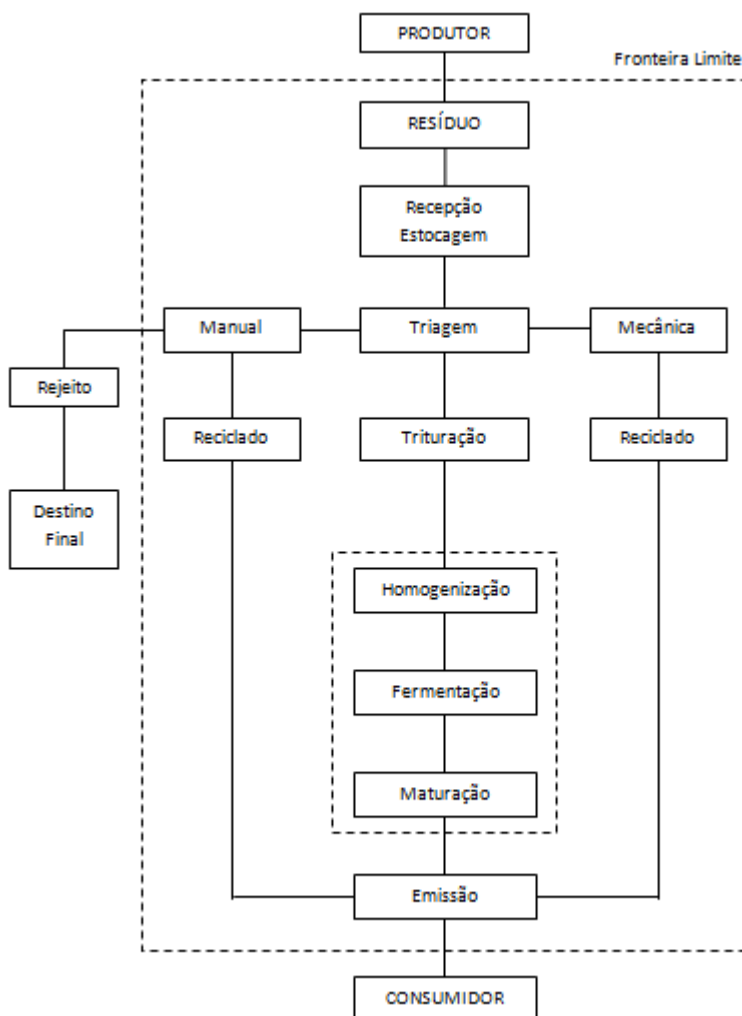
**Tabela 2 – Caracterização química inicial da cama de aviário**

Material	pH em H <sub>2</sub> O	g/kg				%			ppm
		Ca	Mg	P	K	MO	C	N	N-NH <sub>4</sub>
<b>Cama de frango</b>	8,3	34,7	8,1	8,8	10	68,7	38,7	3,2	1010

Fonte: Silva, F. S (2007)

Em seguida deverá ser depositado o material nas leiras. A segunda fase que diz respeito ao tratamento biológico, consiste na fermentação ou digestão dos resíduos pela ação dos microrganismos presentes no meio. Neste período será submetido à constante monitoramento dos parâmetros físico-químicos para que o sistema opere com sucesso.

Finalmente, quando cessar a fase de maturação do material em compostagem, o material será removido do sistema e depositado na área de armazenamento onde o mesmo será submetido a um sistema de peneiramento e conseqüente acondicionamento em embalagens plásticas se for comercializado, caso contrário permanecerá estocado a granel até sua utilização (Fig.1).

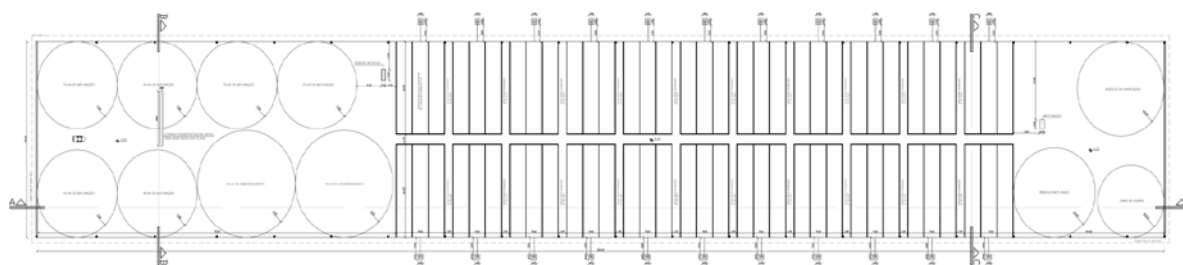


**Figura 1 – Fluxograma do processo de compostagem**

Conforme fluxograma apresentado os resíduos que chegam ao sistema de compostagem são primeiramente estocados, em seguida deverão ser submetidos a uma triagem para separar resíduos indesejáveis, como plásticos e vidros. Seguindo para uma trituração e homogenização manual ou mecânica se for necessário e a sua disposição nas leiras de compostagem onde ocorre o processo. O composto estabilizado é expedido para o consumidor ou estocado no empreendimento.

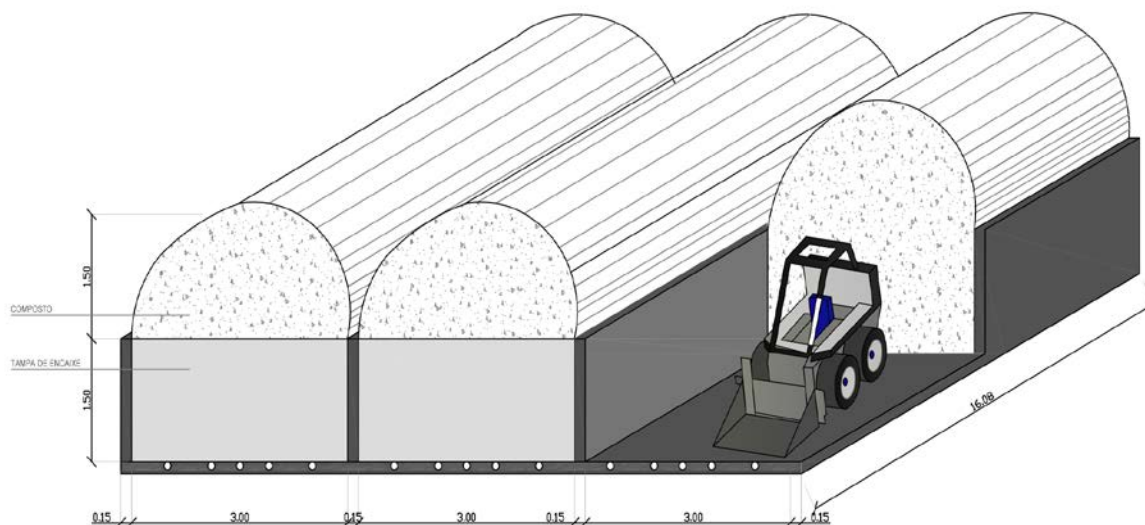
O sistema de compostagem será coberto com um pavilhão em estrutura de aço galvanizado coberto com telhas de aluzinco, o mesmo possuirá um pé direito de 6 m com dimensões de 35 m x 220 m.

Este contemplará área para recepção e mistura do material a ser compostado, área para o sistema de leiras e área para o beneficiamento e armazenamento do composto estabilizado conforme figura 2.



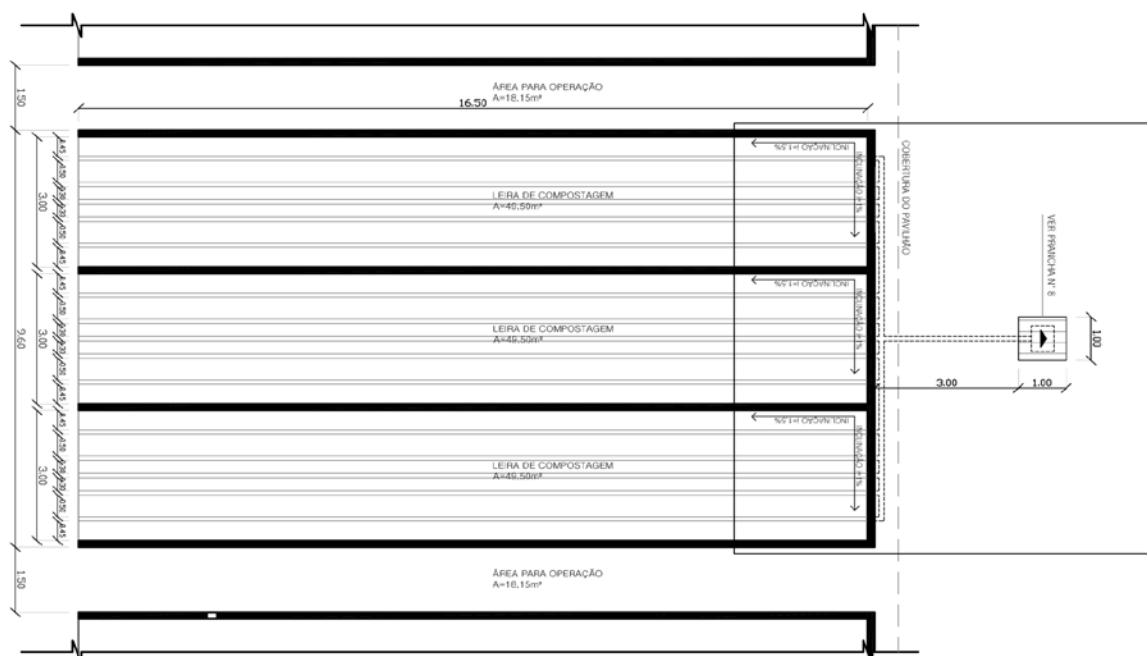
**Figura 2 – Planta baixa do processo de compostagem**

As leiras de compostagem serão em formato retangular com duas linhas de conjuntos de três com dimensão de 3 m x 16 m e altura de parede de 1,5 m, perfazendo um total de 22 conjuntos. O composto será depositado nas mesmas com perfil total de 3 m, ou seja, 1,5 m de parede mais 1,5 m acima da altura das paredes (Fig. 3).



**Figura 3 – Conjunto de leiras de compostagem**

O sistema de aeração do material será estático com tubulações na base das leiras em aço galvanizado em sua extensão longitudinal, possuindo uma linha de furos de 0,5 cm de diâmetro para a injeção do ar. Esses orifícios possuirão um espaçamento maior no início e diminuindo ao longo de sua extensão, isso para proporcionar uma aeração uniforme em toda a extensão da leira. Para a aeração de todo perfil do composto possuirá três tubulações centralizadas e outras duas próximas as paredes laterais (Fig 4).



**Figura 4 – Sistema de aeração das leiras de compostagem**

Para a injeção de ar possuirá um soprador para cada conjunto de leira com vazão de 3.216 m<sup>3</sup>/h, com funcionamento intercalado de 20 minutos por hora.

Para manter a umidade ideal do composto possuirá um sistema de microaspersão automatizada com tubulações ramificadas fixadas na treliça do telhado. Estas ramificações possuirão seis microaspersores para cada leira com uma válvula solenóide, com isso será acionada e regulada a vazão necessária de cada ramificação através de um controlador interligado a um computador.

O recurso hídrico utilizado para esse sistema será a água pluvial captada no telhado do pavilhão e o lixiviado gerado no processo.

Para o estudo de viabilidade econômica realizou-se através do orçamento de implantação, operação e manutenção um fluxo de caixa em VPL (valor presente líquido).

Para o ajuste dos custos de operação e manutenção atuais do projeto ao valor anual presente utilizou-se a indexação dos valores atuais dos benefícios e da demanda financeira pelo IPCA, atualmente estimado em 4,7% ao ano.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como benefícios ambientais deste empreendimento em relação às disposições inadequadas de resíduos, pode-se citar, entre outros a preservação dos recursos naturais bem como a não contaminação do ar, solo e água.

Para os benefícios econômicos tem-se a economia com a destinação dos resíduos e as receitas com a comercialização do composto estável. Para a mensuração desses benefícios serão apresentados quatro cenários distintos, conforme descrito a seguir.

Para o Cenário Zero não foi contabilizado nenhum tipo de benefício, o mesmo servirá exclusivamente para o cálculo do custo de operação de cada metro cúbico de resíduo processado no sistema de compostagem, sendo apresentado na figura 5.

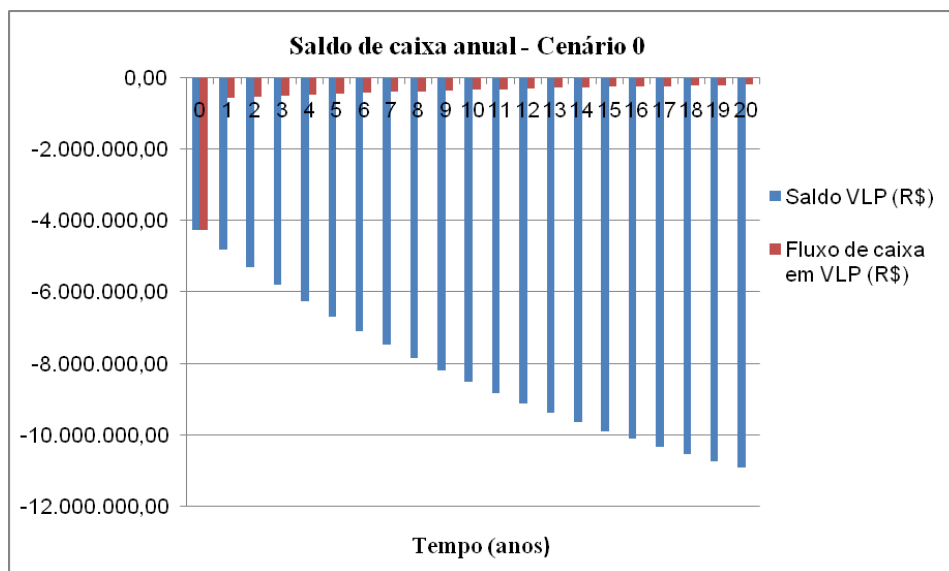


Figura 5 – Saldo de caixa anual do cenário 0

Com isso o Cenário Zero, apresenta o custo de processamento de 1 m<sup>3</sup> de resíduo de vinificação no sistema de compostagem para o ano de 2011 representa R\$ 30,29 por m<sup>3</sup> uma vez que podem ser gerado 19.929 m<sup>3</sup> de composto anualmente com um custo de operação de R\$ 603.675,56. Já para o ano 2030 ao final da vida útil considerado no projeto, com um custo anual de operação de R\$ 1.419.158,69 e o mesmo volume de composto gerado no sistema o custo representa R\$ 71,21 por m<sup>3</sup>.

O primeiro cenário contabilizou o custo com o destino e a venda do composto estável gerado com um valor de R\$ 35,00 / m<sup>3</sup> de composto, sendo o saldo de caixa anual apresentado na figura 6.

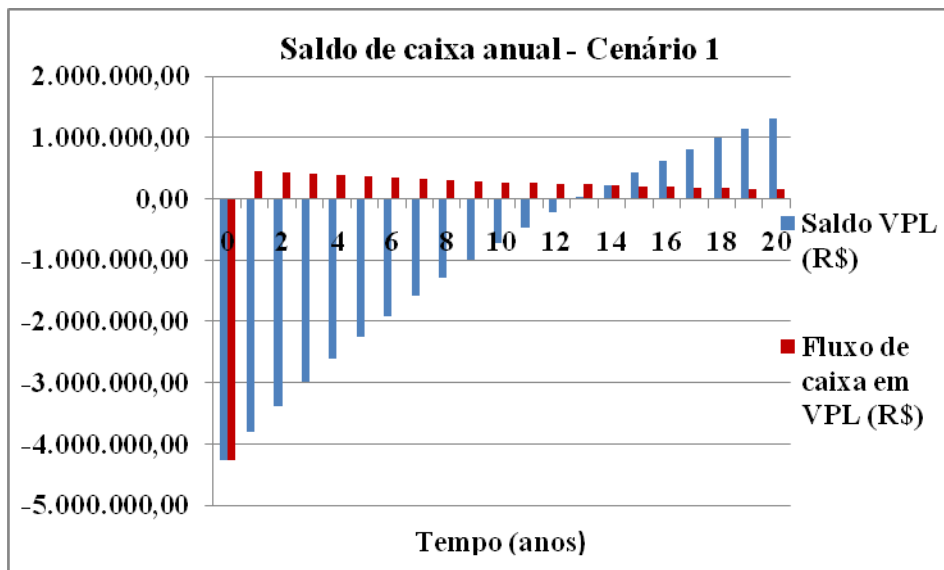


Figura 6 – Saldo de caixa anual do cenário 1

Conforme o saldo de caixa anual no primeiro cenário haverá geração de lucro a partir do 14º ano, apresentando-se viável economicamente.

O segundo cenário contabilizou o custo com o destino e a venda do composto estável gerado com um valor de R\$ 50,00 / m<sup>3</sup> de composto, sendo o saldo de caixa anual apresentado na figura 7.

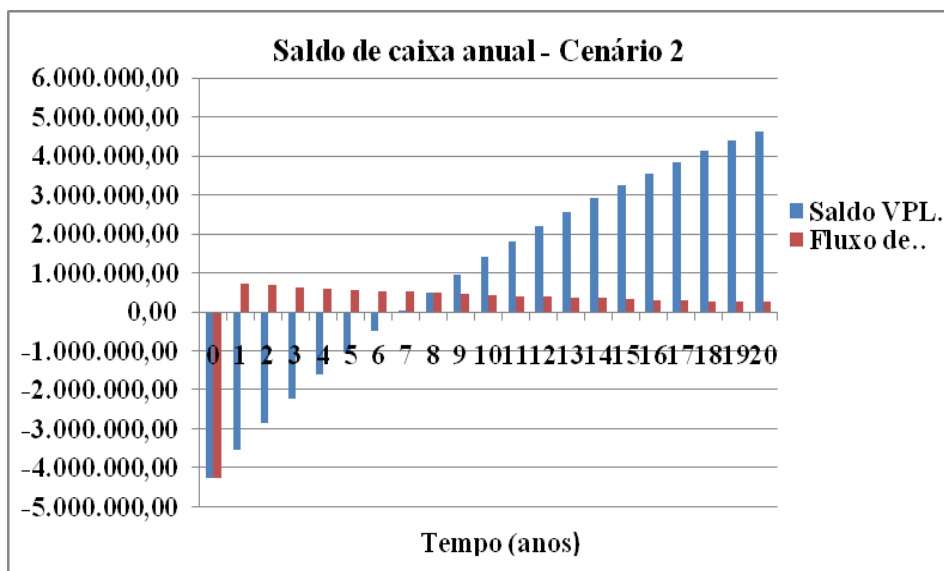


Figura 7 – Saldo de caixa anual do cenário 2

Segundo o saldo de caixa anual no segundo cenário haverá geração de lucro a partir do 8º ano, apresentando-se viável economicamente.

No terceiro cenário também contabilizou-se o custo com o destino e a venda do composto estável gerado com um valor de R\$ 100,00 / m<sup>3</sup> de composto, sendo o saldo de caixa anual apresentado na figura 8.

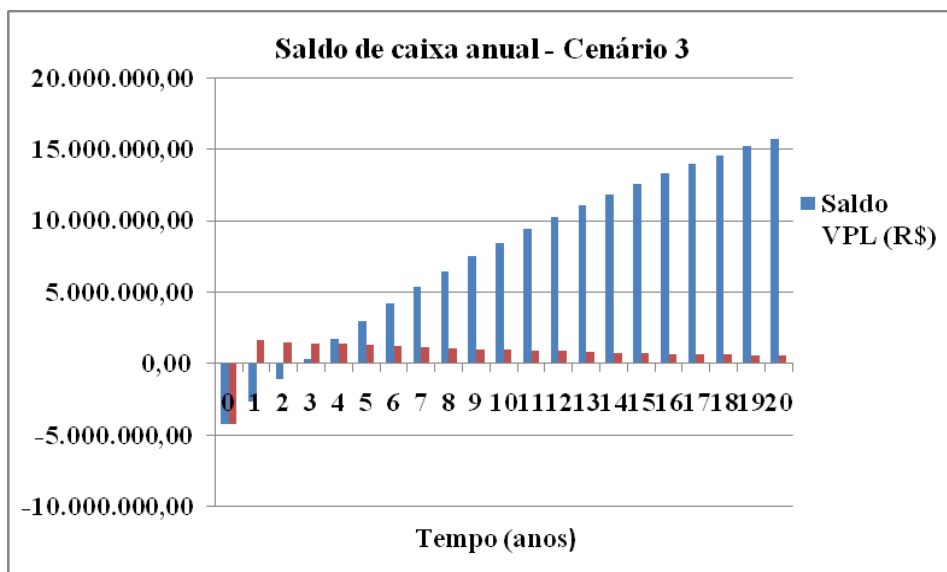


Figura 8 – Saldo de caixa anual do cenário 3

Conforme o saldo de caixa anual no terceiro cenário haverá geração de lucro a partir do 4º ano, apresentando-se viável economicamente.

Na tabela 3 está apresentada uma comparação entre os cenários analisados, demonstrando as variações obtidas entre os mesmos com relação ao período de retorno financeiro, seus respectivos valores presente líquido e valor de venda do composto maduro. Estes valores foram calculados no fluxo de caixa.

Tabela 3 – Comparação da viabilidade econômica dos cenários

Análise econômica – financeira				
Cenários	Cenário 0	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Período de retorno financeiro (anos)	-	14	8	4
Valor presente líquido (R\$)	23.374.493,88	-11.786.297,91	-21.363.197,82	-53.286.197,50
Valor da venda do composto por m <sup>3</sup> (R\$)	-	35,00	50,00	100,00

Como já visto anteriormente com exceção do cenário zero que foi realizado exclusivamente para obter os valores reais do custo de operação, os demais cenários apresentaram-se viáveis economicamente, com variações consideráveis entre os fatores comparados na tabela 3 em função das variações nos benefícios contabilizados.



## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Além de o empreendimento apresentar benefícios ao meio ambiente, evitando o desgaste dos recursos naturais e suas possíveis contaminações por disposições inadequadas dos resíduos da vinificação, o mesmo apresentou benefícios econômicos satisfatórios.

Adotando-se o valor de venda do composto estável bruto estabelecido para o primeiro cenário de R\$ R\$ 35,00 / m<sup>3</sup>, e levando-se em consideração que o custo de processamento do resíduo é de R\$ 30,29 / m<sup>3</sup>, o empreendimento possuirá um lucro mínimo, porém competitivo com o valor de mercado.

Atualmente as vinícolas possuem um custo elevado para o correto destino dos resíduos da vinificação e as alternativas dispostas não são suficientes para absorver tal geração de resíduos. Com isso a compostagem controlada é uma alternativa ambientalmente correta e economicamente viável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAMPOS, L. M. A. S. **Obtenção de Extrato de Bagaço de Uvas Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera*): Parâmetros de Processo e Modelagem Matemática**. UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) Florianópolis, SC Fevereiro de 2005.
2. CETESB. **Engenharia de Ventilação Industrial**. Engenharia, Tecnologia e Treinamento, São Paulo, 1977.
3. KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: E. J. Kiehl, 2002. 171p.
4. **Nutrição de plantas: diagnose foliar em grandes culturas / 2008 - Livro** –Acervo 301515 PRADO, Renato de Mello [et. al.]. **Nutrição de plantas: diagnose foliar em grandes culturas**. Jaboticabal: FCAV, 2008. 301 p: ISBN 9788561848002.
5. PROSAB. **Manual Prático para Compostagem de Biossólidos**. Universidade Estadual de Londrina, 1ª edição, 1999.
6. SILVA, L., M., L., R. **CARACTERIZAÇÃO DOS SUBPRODUTOS DA VINIFICAÇÃO**. Docente da ESAV: Departamento das Indústrias Agro-Alimentares, 2002. Disponível em: <<http://www.ipv.pt/millennium/Millennium28/10.pdf>>, Acesso em: 20 de mar. 2010.