



## Aproveitamento do Biogás a partir de Resíduos Vitivinícola para a Geração de Energia Elétrica Visando Correspondar a Demanda Futura no Rio Grande do Sul

**Rafaela Dorigon Martins<sup>1</sup>, Andrei Rei Rodrigues Silveira<sup>2</sup>, Anelise Vicentini Kuss<sup>3</sup>, Willian Cézar Nadaletti<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas (rafaeladorigon@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas (andrei.rei@hotmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas (anelisevk@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas (williancezarnadaletti@gmail.com)

### **Resumo**

A utilização de alternativas para diversificar as fontes de energia e, consequentemente, reduzir a dependência do consumo de combustíveis fósseis, pode ser considerada vital para a criação de novas oportunidades econômicas e para o controle da poluição ambiental.

O biogás surge como solução para um problema ambiental focado na geração de resíduos e contribuir para com o setor energético, controlando essa dependência, sob pena de esgotamento desse sistema capitalista. Em nível global, a ciclização e recuperação de energia de resíduos orgânicos torna-se atraente, dado ao fato de sua capacidade em fomentar o desenvolvimento e possível sustentabilidade de pequenas e médias empresas.

Ao caracterizar o cenário atual, foi proposto a utilização de resíduos vitivinícolas não apenas, como uma forma de tratamento, mas também visando a produção de energia elétrica para suprir essa demanda futura e promover um possível retorno financeiro aos proprietários das vinícolas. Foi possível estimar a produção de biogás através de dados presentes na literatura, e a partir deste quantificar o potencial de geração de energia elétrica.

**Palavras-chave:** Biogás, Resíduos, Demanda, Energia Elétrica.

**Área Temática:** Energia e Energias Renováveis

## **Use of Biogas from Vitivinícola Waste for the Generation of Electric Energy Aiming to Match the Future Demand in Rio Grande do Sul**

### **Abstract**

*The use of alternatives to diversify energy sources and, consequently, reduce dependence on fossil fuel consumption can be vital to creating new economic opportunities and to controlling environmental pollution.*

*Biogas appears as a solution to an environmental problem focused on the generation of waste and contribute to the energy sector, controlling this dependence, under penalty of exhaustion of the capitalist system. On a global level, the cyclization and recovery of organic waste energy becomes attractive given the fact of its ability to foster the development and possible sustainability of small and medium-sized enterprises.*

*It was proposed to use wine residues not only as a form of treatment but also aiming to producing electricity for expectation and energy transport system. It was possible to*



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

*estimate a biogas production through data present in the literature, and from the sizing of the electric power generation potential.*

**Key words:** Biogas, Waste, Demand, Electric Energy.

**Theme Area:** Energy and Renewable Energy

### 1 Introdução

Ao considerar o grande desenvolvimento industrial e crescimento econômico no pós-guerra, assim como o fator de aumento demográfico e urbanização, inseridos no atual modelo de intenso desenvolvimento de diversos setores do Brasil, a demanda de energia acompanha esse vertiginoso crescimento, surgindo como um problema de considerável magnitude, uma vez que o desenvolvimento de qualquer economia é fator dependente da correta tomada de decisões no que diz respeito a utilização racional das fontes energéticas dentro das políticas econômicas, social e ambiental vigentes.

No Rio Grande do Sul, a partir de 2015, a pesquisa e o planejamento energético propriamente dito, passou a ser responsabilidade do Comitê de Planejamento Energético do Rio Grande do Sul (COPERGS), o qual unifica os dados das principais empresas responsáveis pelo setor energético no estado: a Rio Grande Energia (RGE), Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE) e a Distribuidora Gaúcha de Energia S.A. (AES Sul).

Precedente a esse período eram realizados balanços energéticos do estado do Rio Grande do Sul (BERS) pelo grupo CEEE, que somente a partir de 2004, passou a utilizar metodologia internacional, padronizando uma série de dados que começam em 1979. Segundo a CEEE (2004) com essa padronização da série de 34 anos, foi possível ser traçado a evolução da matriz energética no estado e realizado análises de comparação de forma dinâmica ao longo dos anos entre diferentes fontes de energia.

Assim segundo Capeletto e Zanchi (2014), através dessa contextualização foi possível entender o atual momento de crescimento de consumo de energia no estado, pois a partir de cenários estipulados pelo BERS de 2014 por exemplo, pode-se prever que o consumo final de energia deve aumentar em até 380% partindo do ano de 2007 para 2040, representando um consumo de 35.933 mil toneladas equivalentes de petróleo (tep) em 2040.

Este cenário representa um quadro de balanço energético negativo pois ainda segundo Capeletto e Zanchi (2010) o Rio Grande do Sul precisou importar 7.726 GWh em 2010 para atender uma demanda interna prioritariamente advindas de petróleo e gás natural. Para atender a demanda no ano de 2035 a capacidade de geração de energia deve aumentar em 17GW sem necessitar de importação e considerando que as futuras usinas operem com o mesmo fator de capacidade de parque atual, o que acaba se tornando um forte argumento para expansão de fontes altamente poluidoras e causadoras de impactos ambientais negativos.

Tratando-se de desenvolvimento sustentável é notória a necessidade de aproveitamento do potencial energético de cada país e os estados nele inseridos através de fontes de energia renováveis disponíveis. No caso do Rio Grande do Sul além da já consagrada exploração da energia eólica, surge o biogás não só como alternativa de suprimento de gás, mas também com o viés do aproveitamento energético, o que vem se tornando cada vez mais viável.

Dentre os diversos resíduos passível de utilização para o sugerido fim, está o bagaço da uva, surgindo como um principal fator na geração de resíduos orgânicos na produção vitivinícola, que geralmente é reinserida na cadeira produtiva como agregado na ração animal ou como posterior composto orgânico utilizado na adubação. No entanto, é importante observar que esse subproduto tem, também, notável potencial energético.



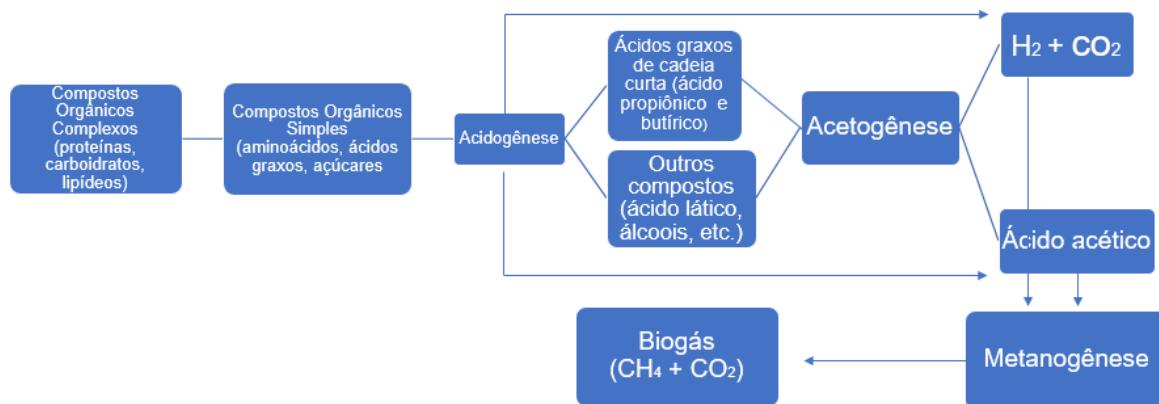
Neste sentido, o presente trabalho buscou contribuir para o desenvolvimento e implementação de sistemas de reutilização do bagaço de uva como matéria-prima para a valorização energética com intenção de diminuir os impactos ambientais causados pela disposição direta destes ao solo e, além do dispêndio gerado no transporte, contribuindo ainda no suprimento de energia elétrica das futuras demandas no estado.

## 2 Fundamentação teórica

### 2.1 Biogás

A mistura gasosa denominada biogás é composta principalmente de metano (50% - 75% em volume) e dióxido de carbono (25% - 50% em volume). O biogás contém ainda pequenas quantidades de hidrogênio, sulfeto de hidrogênio, amônia e outros gases traço. A sua composição é influenciada principalmente pelos substratos utilizados, pela técnica de fermentação e pelas diferentes tecnologias de construção de usinas (Guia prático do biogás, 2010).

Figura 1 – Esquema de decomposição anaeróbio.



Fonte: Adaptado de guia prático do Biogás (2010)

Como mostra a Figura 1 os estágios de decomposição têm de estar perfeitamente coordenados entre si para que todo o processo se realize adequadamente sendo este processo dividido em vários estágios.

Segundo Moller et al. (2004), a produção de metano é dependente da composição química dos compostos orgânicos (carboidratos, lipídios e proteínas). Desta forma, é plausível observar o resíduo vitivinícola com potencial matéria-prima na geração biogás, já que no próprio vinho existem diversos compostos químicos pertencentes às mais diversas classes químicas; pode-se citar os ácidos graxos, aminoácidos, carboidratos, aldeídos, ésteres, compostos terpenóides, e outros que ainda deverão ser estudados (MINATTI, 2011).

Quanto a sua utilização, o biogás quando utilizado em instalações de pequena escala, seu uso visa principalmente o aquecimento e a cocção. Em unidades maiores, predomina o aproveitamento sistemas de cogeração. Em qualquer aplicação, o objetivo da utilização do biogás é reduzir o consumo de combustíveis fósseis (ou lenha, em alguns casos). Observa-se também um uso crescente do biogás em sistemas de cogeração ou como suplemento ao gás natural (ZANETTI, 2009).



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

### 2.2 Produção de uvas no Brasil

No Brasil, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção de uvas corresponde a 3,2% da quantidade total de frutas produzidas no país (ANDRADE, 2012).

A Tabela 1 apresenta os estados com maior relevância na produção de uva. Sendo a quantificação englobando a produção destinada ao processamento e ao consumo in natura.

Tabela 1 – Produção de uva no Brasil

Estado	Quantidade Produzida (t)	Área Colhida (ha)	Rendimento médio (Kg/ha)
Rio Grande do Sul	876.215	49.733	17.618
Pernambuco	237.367	6.814	34.835
São Paulo	142.631	7.803	18.279
Santa Catarina	69.118	4.846	14.272
Bahia	77.408	2.861	27.056
Paraná	69.035	4.459	15.482
Minas Gerais	12.615	856	14.737

Fonte: Adaptado de IBGE (2014)

### 2.3 Resíduos e Efluentes Relativos à Indústria da Uva:

Pelo Decreto nº 98.816/90, a legislação brasileira, conceitua resíduo como “toda substância ou mistura de substâncias remanescentes ou existentes em alimentos ou no meio ambiente, decorrente do uso ou não de agrotóxicos e afins, inclusive qualquer derivado específico, tais como produtos de conversão e de degradação, metabólitos, produtos de reação e impurezas, considerados toxicológica e ambientalmente importantes”.

Muitas vezes, os subprodutos do processamento de vegetais são considerados um problema, no que se diz respeito ao descarte da indústria. E, no caso da uva, cerca de 25% da quantidade processada se transforma em resíduos, principalmente cascas, sementes e engaço (PROZIL et al., 2012).

Segundo a *South Australia Environmental Protection Authority* (2004), os principais impactos associados às vinícolas são:

- A poluição da água;
- A degradação do solo e da vegetação pelas práticas de disposição dos resíduos sólidos e líquidos;
- Odores e emissões atmosféricas;
- Gerenciamento dos subprodutos gerados;

Majoritariamente, estes resíduos acabam sendo repassados gratuitamente aos próprios fornecedores das vinícolas, que possuem interesse, e utilizados como adubo orgânico ou ração animal. Entretanto, há alguns impasses na utilização deste resíduo para tais fins; como por exemplo, na utilização de silagem para animais e no dispêndio gerado pelo transporte dos resíduos, que ocorre no mesmo período de processamento da uva, caracterizando-se como um gasto adicional.

Torna-se responsabilidade do próprio produtor custear esses gastos, representando um custo/transporte de R\$ 15,00 a tonelada, ficando este valor para distância em torno de 50 km (IBRAVIN, 2013). Assim, em questão de logística, quanto mais longa a distância maior o



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

custo, resultando em inviabilidade devido ao volume deste resíduo. Já quanto a questões nutricionais, as sementes contêm compostos fenólicos e antocianinas, o que acarreta em complicações no processo de fermentação dos ruminantes. Além disso, o bagaço contém fibras que não conseguem ser digeridas pelos animais (SPANGHERO, 2009; SILVA, 2003). Outro ponto negativo é que caso seja utilizado como fertilizante, sem tratamento prévio, ocorre alteração no pH do solo e possível inserção de patógenos, causando acidificação e comprometendo o desenvolvimento das plantas.

Em relação aos efluentes de uma vinícola, o trabalho de Pirra (2005) apresenta os meios pelos quais estes são gerados, o que engloba: lavagens e desinfecções da vinícola e dos equipamentos utilizados, desde a recepção e processamento das uvas, além, da limpeza de tanques de fermentação, bombas, etc. E Bougali et al. (2004) afirmam que os efluentes gerados no processo apresentam elevada carga orgânica, devido a presença de açúcares, álcool, ácidos orgânicos e compostos fenólicos.

Segundo o mesmo autor, a maioria das vinícolas, possuem estações de tratamento de efluentes do tipo anaeróbio, com reatores do tipo anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo. Evidenciando que o principal subproduto da degradação anaeróbia da matéria orgânica é o biogás.

### 2.4 Caracterização do Resíduo

Os resíduos de uva obtidos da etapa de prensagem são denominados de bagaço e são constituídos de cascas e sementes, representando de 12 a 15 % do peso da matéria-prima inicial (SILVA, 2003). Os resíduos obtidos da etapa de centrifugação do suco de uva são constituídos pelos sólidos suspensos do suco e representam aproximadamente 4 a 8 % do volume inicial (RIZZON; MENEGUZZO, 2007). Os subprodutos da vinificação, como o bagaço, são amplamente estudados devido à grande quantidade de compostos fenólicos, já que estes possuem propriedades antioxidantes e benéficas para a saúde humana (JAYAPRAKASHA et al., 2003; ROCKENBACH et al., 2011).

A Tabela 2 nos mostra a proporção do resíduo vitivinícola, sendo importante observar que é necessário o substrato apresentar uma correta relação C/N, para que o rendimento do metano atinja seu pico máximo. (BBRAUN & SPRINGER, 1982).

Tabela 2 - Caracterização química do resíduo de uva

Atributo <sup>1</sup>	Resíduo <sup>2</sup>
Carbono (%)	46,60
Nitrogênio (%)	1,73
Fósforo (%)	-
Potássio (%)	-
Relação C/N	26,94
pH	3,65

<sup>1</sup> base seca; <sup>2</sup> média de três repetições

Fonte: Ferrer et al.,2001

Outro ponto importante, segundo dados apresentados no Guia Prático do Biogás (2010), é quanto ao rendimento de metano dado em Nm<sup>3</sup>/t (Normal metro cúbico) de substrato. Enquanto a Alemanha, pioneira e maior potência mundial, no que tange respeito à indústria do biogás, utiliza em suas usinas principalmente dejetos da bovino e suinocultura; os quais apresentam uma produção de biogás de 80 e 28 Nm<sup>3</sup>/t, respectivamente. O bagaço da uva produz uma produção na faixa de 260 Nm<sup>3</sup>/t de substrato, demonstrando um grande potencial quando se trata em geração de biogás, sendo que segundo o Gui Prático do Biogás (2010) a constituição de metano neste é em média 176 Nm<sup>3</sup>/t.



### 3 Metodologia

Para elaborar o estudo foi necessário o acesso a diferentes bases de dados, científicas e não-científicas, que para dessa forma, fosse possível fornecer um aspecto amplo e exato dos componentes que integram a conjuntura da exploração da geração de biogás a partir do resíduo da indústria vitivinícola, bem como seu nível de evolução atual, surgindo como potencial de geração de energia elétrica no Rio Grande do Sul.

Alternativamente, a literatura especializada apresenta alguns índices médios de produção de biogás, baseados em situações experimentais que podem ser utilizados para calcular aproximadamente a produção de biogás para diversos tipos de substratos.

Buscando-se estimar esse potencial com a seguinte série de equações, foi considerado que na safra de 2016/2017, a produção de uva no Estado do Rio Grande do Sul foi de aproximadamente 753,3 mil toneladas (IBRAVIN, 2017). E que 25% do total de uvas processadas se torna resíduo (PROZIL et al., 2012). Foi utilizado também, que 1m<sup>3</sup> de biogás equivale à 1,25 a 1,43 kWh (CAPELETTO E ZANCHIN, 2014):

- Resíduos gerados (ton) = Produção de uva (ton) X (%) uva que se torna resíduo
- Produção de biogás total (Nm<sup>3</sup>) = Resíduos gerados (ton) X Produção de biogás/ton
- Energia elétrica gerada = Prod de biogás total (Nm<sup>3</sup>) X Equivalente em kWh

### 4 Resultados e discussão

Segundo os passos apresentados na caracterização da metodologia, ao aplicar as equações foram obtidos os seguintes resultados:

- Resíduos gerados (ton) = 188.325
- Produção de biogás total (Nm<sup>3</sup>) = 48.964.500
- Energia elétrica gerada = 70.019,2 MWh

É evidente que o valor potencial de geração de energia calculado estima que 100% dos resíduos provenientes da vitivinicultura no Rio Grande do Sul, sejam destinados para produção de biogás, fornecendo assim, um panorama geral da capacidade de suprimento de energia elétrica através dessa fonte e o quanto esta é capaz de agregar no suprimento da demanda futura.

Vale ressaltar ainda que a concentração de metano é proporcional à energia por unidade de massa e consequentemente, maior seu poder calorífico, portanto quanto maior a concentração de metano, mais energia por unidade de massa e maior o poder calorífico inferior (PCI) do biogás (COPEL 2011). Essa concentração pode apresentar variabilidade tanto pelas características do resíduos que chega para biodigestão quanto no controle da operacionalidade que se dá através de parâmetros específico e sensíveis, influenciando direta e indiretamente na quantidade de metano produzido. O que de certa forma não foi mensurado nos cálculos apresentados e assim, sugere-se estimar essa variabilidade para que a estimativa de geração de energia seja mais precisa e exata.

Considerando o tipo de substrato selecionado, é significativamente mais vantajoso ao meio ambiente aqueles que não implicam em custos extras, razão pela qual deve ser



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

incentivado o uso do resíduo e efluente vitivinícola. Uma vez que, seu uso para geração de biogás não só racionaliza o aproveitamento da biomassa disponível, como também evita impactos negativos causados pela sua disposição incorreta no meio ambiente. Desta forma, deve-se privilegiar principalmente misturas de resíduos e restos orgânicos, ao invés de culturas energéticas.

Focando na principal atividade econômica da Serra Gaúcha, responsável por cerca de 85% da produção nacional de vinhos (OIV, 2014), a utilização desta tecnologia pode gerar uma renda extra às vinícolas, além de possível autossuficiência energética operando de forma isolada. Para operação de forma integrada à rede, ainda são necessários avanços nas legislações visando a viabilidade econômica e auto-sustentabilidade do programa de geração distribuída que atualmente conta com a falta de registro e autorização ao gerador dada pela ANEEL.

### 5 Conclusão

Como se pode verificar pelo presente estudo, o biogás é uma fonte de energia com considerável potencial de geração de energia elétrica que deve ser considerada ao se pensar na expansão energética do estado, além disso, esse tipo de energia provém de uma ideia descentralizada de geração de energia, diminuindo assim a carga de consumo que se dá na convencional rede de distribuição, que para ser realidade necessita ainda de avanços institucionais e econômicos.

Contudo, a utilização do biogás não deve ser tratada apenas como um interesse econômico, visto que, ele também apresenta importância na contribuição para a redução nas emissões de gases estufa, uma vez que compete com fontes utilizadoras de combustíveis fósseis. É importante ressaltar ainda a abrangência no que tange a solução da destinação de resíduos e efluentes da cadeia produtiva de vinhos, e a possibilidade de integração com outras indústrias ao propor a codigestão anaeróbia com outros resíduos orgânicos para assumir mais eficiência.

Indica-se para trabalhos futuros a perspectiva de englobar as questões de eventuais adequações para a comercialização da energia elétrica, podendo implicar a necessidade específica de mão de obra e investimentos adicionais além da avaliação das alterações causadas por esses impactos.

### Referências

ANDRADE, P. F. de S. Fruticultura - **Análise da Conjuntura Agropecuária**. SEAB– Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, Curitiba. 2012.

BOUALLAGUI, H.; TORRIJOS. M.; GODON, J. J.; MOLETTA, R. **Two-phases anaerobic digestion of fruit and vegetable wastes: bioreactors performance**. Biochemical Engineering Journal. Rickmanswort, v. 39, n. 21, p. 193 – 197, 2004.

BRAUN, R.: Biogas – **Methangärung organischer Abfallstoffe**; Springer Verlag Viena, Nova Iorque, 1982

CAPELETTO, G.J. & JOSÉ, G., 2014, **Balanço Energético do Rio Grande do Sul 2014: ano base 2013**. Porto Alegre, Grupo CEEE / Secretaria de Infraestrutura e Logística do Rio Grande do Sul, 2010.



## 6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de Abril de 2018

EPA - South Australian Environment Protection Authority. **Guidelines for Wineries and Distilleries.** EPA, Adelaide, 2004. Acessado em: 12 nov. 2017. Disponível em: [http://www.epa.sa.gov.au/pub\\_list.html](http://www.epa.sa.gov.au/pub_list.html).

IBRAVIN – Instituto Brasileiro do Vinho. **Regiões Produtoras de Vinho** Acesso em 22 nov. 2017. Disponível em: [www.ibravin.com.br](http://www.ibravin.com.br).

JAYAPRAKASHA, G. K.; SINGH, R. P.; SAKARIAH, K. K. **Antioxidant activity of grape seed (*Vitis vinifera*) extracts on peroxidation models in vitro.** Food Chemistry, v. 73, p. 285-290, 2001.

MINATTI, Edson. **A química do vinho.** Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis 2001. Acessado em: 17 nov. Disponível em: <http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/vinho/capa.html>

MOLLER, M.; Alchanatis, V.; COHEN, Y.; MERON, M.; TSIPRIS, J.; NAOR, A.; OSTROVSKY, V.; SPRINTSIN, M.; COHEN, S. **Use of thermal and visible imagery for estimating crop water status of irrigated grapevine.** Journal of Experimental Botany, v.58, p.827-838, 2007.

PROZIL, S. O; EVTUGUIN, D. V; LOPES, L.P.C. **Chemical composition of grape stalks of *Vitis vinifera* L. from red grape pomaces.** Industrial Crops and Product, v. 35, n.1, p 178-184, jan. 2012.

RIZZON, L.; MANFROI, L.; **Sistema de Produção de vinho tinto.** EMBRAPA. 2006. Acessado em: 10 nov. 2017. Disponível em: [cnptia.embrapa.br/vinho/producaovinhotinto/engarrafamento.htm](http://cnptia.embrapa.br/vinho/producaovinhotinto/engarrafamento.htm)

SILVA, L. M. da S. **Caracterização dos Subprodutos da Vinificação.** Millenium, 23, 123–133.2003.

SPANGHEROA M., SALEMB A., ROBINSOND P. **Chemical composition, including secondary metabolites, and rumen fermentability of seed and pulp of Californian (USA) and Italian grape pomaces,** 2009.

ZANETTI, A. L. - **Potencial de aproveitamento energético do biogás no Brasil –** Dissertação Mestrado – COPPE/UFRJ – Dezembro de 2009.