

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

POTENCIAL DOS PELLETS DE MADEIRA E ENTRAVES TECNOLÓGICOS NO BRASIL

Matheus Fontanelle Pereira¹, matheus.fontanelle@ifsc.edu.br

Edson Bazzo², ebazzo@ufsc.br

¹Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Lages, R. Heitor Vile Lobos, 222, CEP:88506-400, Lages-SC

²Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Engenharia Mecânica, CEP: 88040-900, Florianópolis-SC

Resumo: Os pellets de madeira vem se apresentando como uma alternativa energética promissora, dado o seu custo e facilidades logísticas e operacionais, se comparado com a lenha. No entanto, sua disseminação ainda é restrita devido à falta de informação por parte do potencial mercado consumidor, como também a capacidade de produção ainda limitada no Brasil. A maior parte da produção brasileira é exportada. Diversos trabalhos tem sido publicados demonstrando o potencial e as vantagens econômicas, ambientais e sociais no uso de pellets. Entretanto, poucos estudos são aprofundados nos aspectos termodinâmicos e tecnológicos do uso deste insumo no Brasil. No presente trabalho são apresentados resultados com foco no potencial da utilização do pellet de madeira como fonte energética comparando seu custo energético com outros combustíveis disponíveis no mercado, sua disponibilidade e produtividade por hectare com outras fontes energéticas renováveis e respectivos entraves tecnológicos para sua melhor exploração no Brasil.

Palavras-chave: pellets, biomassa, geração distribuída

1. INTRODUÇÃO

O pellet é um biocombustível sólido proveniente da compressão da madeira triturada proveniente dos processos da indústria madeireira e moveleira ou mesmo produzida especificamente para a produção de pellets. Trata-se de um produto energético cuja demanda vem crescendo de forma consistente, principalmente na Europa. Hoje, a maior parte da produção nacional é destinada à exportação. No entanto, o Brasil constitui-se num mercado potencial de grande proporção com aplicações possíveis nos diversos setores econômicos, ou seja, nos setores industrial, comercial e residencial. Mas o mercado interno ainda não é amplamente explorado devido diversos fatores, como a falta de informação sobre a existência do pellet e seus benefícios por parte dos consumidores, o volume de produção ainda relativamente pequeno, a baixa disponibilidade e o custo no mercado de equipamentos para o uso de pellets. Ou seja, trata-se de uma cadeia econômica que ainda está se estabelecendo no Brasil. A falta de confiança no fornecimento e na demanda pelo produto ainda é um fator que dificulta o comércio interno quando trata-se de contratos de grande porte. Atualmente, o que reduz os riscos e está promovendo o investimento de novas plantas produtoras é o mercado externo. No Brasil, o consumo de pellets tem sido mais intenso no setor comercial para produção de água quente e calor em fornos de cocção, como é o caso hotéis, academias de ginástica, hospitais, padarias e pizzarias. Mas há certamente um potencial imenso para a exploração da micro e minigeração de eletricidade e frio, haja vista os recordes de consumo de energia elétrica nos verões dos últimos anos impulsionados, principalmente, pelos aparelhos de ar-condicionado. O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma análise comparativa entre os custos energéticos de alguns combustíveis, emissão de CO₂, produtividade por hectare, entraves tecnológicos e o impacto na matriz energética decorrente do uso do pellet de madeira no Brasil em outras aplicações, além das atuais.

2. CARACTERÍSTICAS DOS PELLETS

O pellet de madeira é um combustível padronizado em conformidade com normas de qualidade que consideram limites de variações para suas dimensões, teor de umidade, resistência mecânica e até coloração nos casos de exportação. Estas características, garantidas pela padronização, resultam na possibilidade de automatização dos processos de movimentação, estocagem, alimentação e combustão. Por esta razão, os pellets podem competir no mercado de combustíveis, podendo substituir os combustíveis convencionais, como o óleo diesel, óleo BPF, gás natural e GLP, sem a perda das suas vantagens operacionais. As diferentes fontes de biomassa resultam em pellets com

características diferentes, principalmente o poder calorífico e a coloração. Por isso, para manter-se um padrão para um determinado tipo de pellet, a matéria-prima é previamente selecionada e classificada. No mercado nacional estão disponíveis tanto pellets de matérias-primas puras, quanto de misturas, sendo estas misturas controladas para manter características específicas do tipo de pellet. Por exemplo, são comuns pellets de pinus puro e misturas de pinus e eucalypto. A umidade varia de 8 a 12% e o poder calorífico inferior de 15 a 18kJ/kg, dependendo da matéria prima. Neste trabalho são apresentados resultados de análises comparativas dos pellets com combustíveis convencionais considerando custos, emissões de gases e uso da terra em relação a outras fontes renováveis de energia. O PCI da biomassa foi obtido de van Loo e Koppejan (2008) e a densidade do pinus em Higa et al. (1973).

2.1. Custo energético

Para a realização de qualquer atividade humana, seja ela, industrial, comercial ou doméstica, é necessário o consumo de algum recurso energético. Em geral, a escolha deste recurso se dá pela avaliação do custo. No entanto, esta avaliação é realizada na maioria das vezes, até mesmo no meio industrial, de forma superficial ou equivocada, simplesmente comparando-se os preços das unidades de referência dos combustíveis (R\$/kg, R\$/ton, R\$/l, R\$/m³) ou ainda, no meio comercial e doméstico, comparando-se os preços de unidades de referência diferentes. Do ponto de vista técnico, a maneira correta de se comparar os custos de recursos energéticos é por meio da unidade de energia (J ou Wh). A título de exemplo, os custos relativos a 1GJ são mostrados na Tabela1. Da mesma forma, os custos relativos a 1MWh (potência de eixo) são apresentados na Tabela2, considerando a opção por ciclo Diesel (motor Diesel), ciclo Brayton (turbina a gás), motor elétrico, ciclo Rankyne (cavacos) e novamente ciclo Rankyne utilizando pellets. Uma análise comparativa pode ser melhor visualizada na Figura 1, apontando para o uso de cavaco como melhor opção, seguida pela utilização de pellets.

Tabela1 – Custos para 1GJ de diferentes fontes energéticas.

Combustível	unid.	PCI (kJ/kg)	ρ (kg/m³)	qtde.	custo unit.	custo 1 GJ	comparativo
Óleo Diesel	litro	44000	850	26,7	R\$ 2,90	R\$ 77,54	53,7%
Gás Natural	m³	35564	0,63	44,6	R\$ 1,40	R\$ 62,49	43,3%
Eletricidade	kWh	-	-	277,8	R\$ 0,52	R\$ 144,44	100,0%
Cavacos 50% Umid.	kg	17077	-	58,6	R\$ 0,09	R\$ 4,98	3,4%
Pellets 10% Umid.	kg	18053	-	55,4	R\$ 0,53	R\$ 29,36	20,3%

Tabela2 – Custos para 1MWh de potência de eixo.

Combustível	unid.	ξ da máquina	Equip./Planta	fluxo comb. (unid./h)	custo/hora	comparativo
Óleo Diesel	litro	35%	motor diesel	275,0	R\$ 797,56	100,0%
Gás Natural	m³	40%	turbina a gás	401,7	R\$ 562,37	70,5%
Eletricidade	kWh	95%	motor elétrico	1052,6	R\$ 547,37	68,6%
Cavacos 50% Umid.	kg	40%	planta Rankyne	527,0	R\$ 44,80	5,6%
Pellets 10% Umid.	kg	40%	planta Rankyne	498,5	R\$ 264,22	33,1%

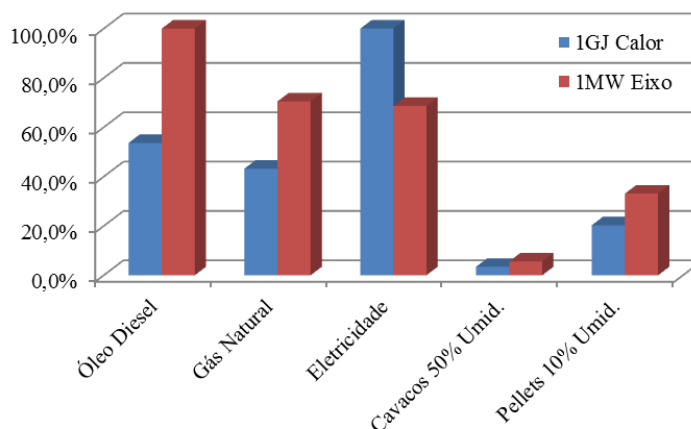


Figura 1 – Comparativo de custos entre fontes energéticas para geração de calor e potência de eixo.

É importante ressaltar a situação do cavaco de madeira nesta análise comparativa. Diferentemente dos demais combustíveis, sua operação não é totalmente automatizada. Devido às grandes variações de granulometria, umidade e poder calorífico, é comum ocorrerem problemas de movimentação, como engasgamento de alimentadores, cavernas nos silos de acumulação e instabilidades operacionais nas caldeiras de pequeno e médio porte. Isso acarreta na necessidade de maior número de operadores para a manutenção do sistema e possíveis perdas de produtividade, além da necessidade de maior área de estoque e maquinário para movimentação de cavacos no pátio de recebimento. Portanto, levando em conta estes aspectos operacionais, significa que existem outros custos envolvidos no uso do cavaco, quando comparado com os demais combustíveis que permitem alto nível de automatização. O cavaco representa uma boa alternativa energética nos casos em que o consumo se dê em grande escala e esteja próximo à fonte deste recurso. Neste sentido, existe a necessidade de estudos que determinem os limites de escala e distância que direcionem para o uso do cavaco ou pellets, levando em conta também os aspectos operacionais do cavaco citados acima.

2.2. Emissões de poluentes

Considerando-se somente a etapa de conversão energética, a biomassa tem impacto igual a zero em termos de emissão de CO₂. E considerando a fornalha ou queimador bem projetados e a operação equilibrada entre produção e demanda de energia, a emissão de CO também chega a índices relativamente baixos. Entretanto, mesmo as fontes renováveis de energia apresentam algum nível de emissão de poluentes, já que nas diferentes etapas produtivas são consumidos, em geral, óleo diesel e eletricidade. Ao comparar o impacto ambiental com o dos combustíveis fósseis deve-se considerar toda a cadeia produtiva de fonte renovável, incluindo extração, processamento, transporte e combustão. Mesmo assim, espera-se que os níveis de emissões fiquem abaixo dos níveis emitidos pelos combustíveis fósseis. Com este propósito, para a produção de biocombustíveis, já existem estudos relativos ao uso de etanol e dos óleos combustíveis. Para a biomassa de origem florestal, entretanto, há ainda a necessidade de estudos aprofundados que mostrem sua relação com combustíveis fósseis consumidos.

2.3. Uso da terra

Apesar dos pellets não competirem no mercado com outras fontes renováveis de energia, é importante conhecer o desempenho de produção energética por hectare das fontes renováveis. Embora este tipo de análise se enquadre mais no direcionamento de políticas energéticas, é interessante evidenciar as vantagens dos pellets de origem florestal como fonte energética, conforme mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Produtividade de diferentes culturas de biomassa.

Biomassa	Produtividade (ton/ha/ano)	PCI (kJ/kg)	Energia (GJ/ha/ano)
Óleo de soja	0,56	39000	21,8
Cana (etanol)	5,92	36800	218,0
Cana (bagaço)*	23,38	7536,2	176,2
Florestal**	12,84	17077	219,3
Florestal***	21,00	17077	358,6

*Bagaço com 50% de umidade ;

**Madeira com 50% de umidade e plantio voltado à produção de madeira

*** Madeira com 50% de umidade e plantio dedicado à produção energética

3. POTENCIAL DE APLICAÇÃO

A produção nacional de pellets encontra-se em torno de 400mil toneladas/ano, das quais, menos de 10% é destinada ao mercado interno, Garcia (2014), o que representa aproximadamente 40mil ton/ano. Deste total, a maior parte (99%) é destinada aos setores industrial e comercial, e o restante para o setor doméstico, conforme relatado por Garcia (2014). As aplicações estão voltadas, predominantemente, para a produção de calor em fornos de cocção (pizzarias e padarias), aquecimento de água (piscinas, lavanderias, chuveiros e uso doméstico) e geração de vapor saturado (processos têxteis, indústria alimentícia). Para tanto, encontram-se disponíveis no mercado, fogões, lareiras, queimadores e caldeiras projetados especificamente para o uso de pellets. Em todos os casos, os equipamentos operam de forma automatizada. O fornecimento de pellets, em geral, se dá por três formas: sacos de 15kg, sacos de 25kg ou *big-bags* de 1200kg.

Como apresentado acima, as tecnologias atualmente utilizadas proporcionam a substituição da lenha, do óleo combustível e do GLP. Sem dúvida são aplicações importantes, uma vez que proporcionam a redução de custos operacionais, redução de emissão de CO₂ e enxofre e a redução do uso de mata nativa para a produção de lenha para os setores residencial e comercial. Mas uma potencial aplicação de significativa relevância na qual pode ser considerado o uso de pellets é na geração distribuída e cogeração de energia elétrica, calor e frio. A matriz de geração de eletricidade brasileira é fortemente baseada na hidroeletricidade, a qual é renovável e limpa. No entanto, conforme constatou-se nos últimos anos, o Brasil não está livre de crises hídricas que afetem o sistema de geração hidrelétrica. Estudos de mudanças climáticas apontam para um aumento da frequência de crises hídricas nas próximas décadas, IPCC (2007). Além disso, do ponto de vista estratégico e econômico, não é interessante concentrar a geração de eletricidade em fontes energéticas derivadas do petróleo, uma vez que é uma fonte energética poluente e que vêm mostrando grandes oscilações de preços no mercado internacional. Depender apenas dos combustíveis fósseis como alternativa energética às fontes hídricas significa colocar o país em risco econômico e social. Neste cenário, é importante destacar também o avanço da energia eólica, a qual já representa 2% da matriz energética, de acordo com BEN (2015). Mas a energia eólica tem uso limitado a determinadas regiões onde o índice de incidência de ventos viabiliza a instalação de aerogeradores. Existe, portanto, um limite para sua exploração no Brasil, além de, também, representar uma fonte de energia vulnerável a mudanças climáticas, o que implica em riscos de suprimentos futuros. A biomassa, ao contrário, já representa 7,3% da geração de eletricidade, conforme mostrado no BEN (2015), e está presente na totalidade do território nacional. Apesar do país apresentar diferentes peculiaridades, cada região dispõe de alguma forma de biomassa que pode ser utilizada para fins energéticos, seja na forma de resíduos, seja como cultivos dedicados. Conforme Escobar e Coelho (2014), uma das características da geração de resíduos orgânicos é a sua dispersão. Uma grande central termelétrica a biomassa somente é viável onde exista grande concentração de rejeitos ou oferta de biomassa. Portanto, nem todas as regiões e microrregiões dos estados brasileiros tem o potencial de viabilizar uma grande central à biomassa, mas a chance de viabilizar plantas de produção de pellets é maior. Em média, a potência de uma central termelétrica a biomassa é três vezes maior que a potência disponibilizada por uma planta de pellets no Brasil, conforme a comparação de dados reportados pela ABRAF (2013) e por Garcia (2014).

Neste trabalho, sugere-se que os pellets de madeira, como também os pellets de resíduos orgânicos de outras atividades econômicas, possam constituir-se numa importante fonte energética para a geração distribuída. Nos países desenvolvidos a geração distribuída, e mesmo a cogeração (*Combined Heat and Power - CHP*), residencial e comercial já é uma realidade. No entanto, estes sistemas CHP sempre foram baseados em gás natural ou óleo diesel, sendo que, apenas recentemente, os pellets vem sendo inserido nestes sistemas, fato que tende a crescer nos próximos anos devido às normas de redução de emissões de gases de efeito estufa daqueles países. Nos países desenvolvidos, em quase sua totalidade, nórdicos, a demanda por aquecimento para conforto térmico é um fator de peso na matriz energética destes países, chegando a 36% do consumo energético, de acordo com relatório da IAE (2008). Daí a importância dos sistemas CHP nestes países. No Brasil, o aumento do poder de renda de milhões de brasileiros na última década levou a um significativo aumento da aquisição de aparelhos eletrodomésticos e, em termos de consumo energético, principalmente, o aparelho de ar-condicionado. O aumento do consumo de eletricidade para fins de conforto térmico no Brasil tropical contribuiu de forma significativa para os recordes de consumo registrados nos verões dos últimos anos, colocando o sistema elétrico brasileiro muito próximo do seu limite máximo operacional já com todas as termelétricas emergenciais acionadas, fazendo com que a participação do gás natural e derivados do petróleo subisse de 11,2% em 2012 para 20% em 2014, conforme reportado no BEN (2015). Devido à operação do sistema no limite máximo, houve problemas técnicos pontuais em sistemas de transmissão que resultaram em apagões em diferentes regiões do país. Ou seja, é preciso que sejam explorados novos modelos de geração de eletricidade que reduzam os riscos climáticos, os riscos dos altos preços das *comodities* energéticas, os riscos das emissões de gases poluentes e os riscos operacionais. E um modelo que vai de encontro com a redução destes riscos é a geração distribuída e a cogeração em micro e mini escala baseadas na biomassa residual e dedicada disponíveis nas regiões do Brasil. Mas diferentemente dos países do hemisfério norte, a cogeração poderá não estar voltada predominantemente para a produção de eletricidade e calor, mas para a produção de eletricidade e frio, ou mesmo, a produção de eletricidade, calor e frio. Com relação ao desenvolvimento tecnológico para a cogeração em micro e mini escalas, podemos dizer que nos países industrializados já existem tecnologias comerciais para esta aplicação. No entanto, é importante que se avance no desenvolvimento destas tecnologias no Brasil pelas seguintes razões: a importação de equipamentos resulta em altos custos de aquisição no mercado interno limitando muito a sua disseminação; há que se atender às necessidades peculiares do mercado interno; é econômica e socialmente mais saudável desenvolver e fabricar tecnologias nacionais, mesmo que com transferência tecnológica dos países industrializados. Por definição, a geração distribuída e cogeração são aquelas localizadas junto às unidades consumidoras, independentemente da potência instalada. No entanto, este trabalho propõe soluções para a geração distribuída e cogeração em micro e mini escalas. Conforme o Caderno Temático da ANEEL (2014), a microgeração representa sistemas com potência menor ou igual a 100kW e a minigeração, sistemas com potência acima de 100kW até 1MW. Estas classes de potência abrangem os setores residencial, comercial e industrial, ou seja, são setores cuja as unidades consumidoras podem ser supridas de energia pelos rejeitos e oferta de biomassa na região. Com relação à micro e minigeração, diferentes tecnologias existem baseadas em diferentes ciclos termodinâmicos. As figuras 2 a 5 mostram possíveis esquemas destes ciclos de potência acoplados à gaseificadores ou queimadores de pellets e silos de alimentação.

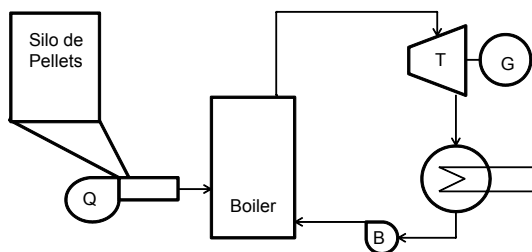


Figura 2 - Ciclo Rankine

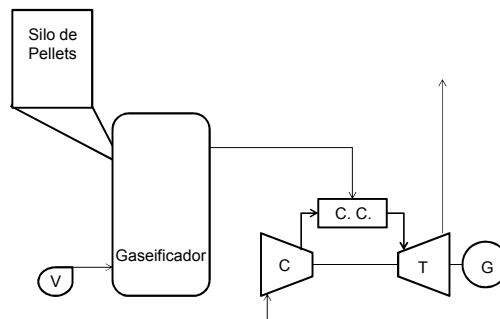


Figura 3 - Ciclo Brayton

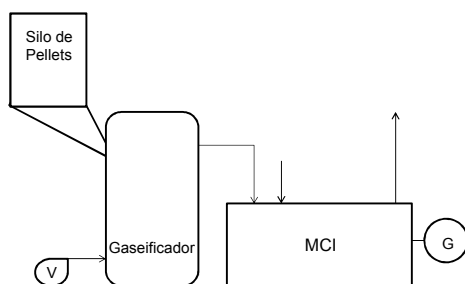


Figura 4 - Ciclo Otto

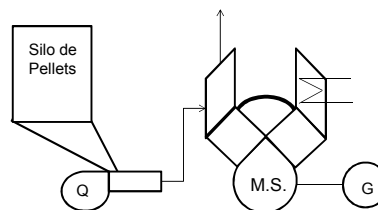


Figura 5 - Ciclo Stirling

Com relação ao ciclo Rankine, mostrado na Figura 2, já existem no mercado nacional mini plantas compactas com potências entre 100 e 300kW, as quais contemplam o turbogerador, condensador, bomba, eletrônica de potência e acessórios, ficando a tecnologia de geração de vapor para a escolha do consumidor. Sistemas baseados em ciclo Rankine para a microgeração ainda carecem de estudos de viabilidade técnica e econômica. Sistemas baseados no ciclo Brayton para micro e minigeração, conforme a Figura 3, constituem tecnologias relativamente maduras e bastante difundidas nos países desenvolvidos, no entanto, quase na totalidade, operam com gás natural. Os motores à combustão interna (MCI), Figura 4, pode-se dizer, são as tecnologias dominantes quando trata-se de micro e minigeração, principalmente as baseadas em ciclo Diesel. Estas tecnologias ainda são as mais acessíveis e baratas, mas dependem da gasolina ou óleo diesel. É possível ser encontradas iniciativas de desenvolvimento e até comerciais de aplicações de MCIs ciclo Diesel alimentados à etanol e gás de síntese com chama piloto e MCIs ciclo Otto alimentados com biogás. Os MCIs à biogás são viáveis junto a aterros sanitários e unidades agroindustriais. Os MCIs a gás de síntese tem sido encontrados junto a fontes de resíduos de biomassa e requerem equipamentos adicionais para a manipulação da biomassa e apresentam operação instável devido, em geral, à grande variação da umidade e características da biomassa. Sobre os sistemas baseados no ciclo Stirling, mostrado na Figura 5, existem vários exemplos de desenvolvimento em universidades europeias e até modelos comerciais nos EUA, específicos para a microgeração, mas tratar-se ainda de uma tecnologia de alto custo e apresenta longo tempo de resposta às variações de demanda de carga, se comparado com as outras tecnologias. Do que foi exposto acima, fica claro que opções tecnológicas existem, mas ainda precisam ser amadurecidas ou, simplesmente, adaptadas aos pellets. Neste caso, o maior benefício dos pellets em relação aos resíduos de biomassa e cavacos de madeira é que com eles todo o sistema pode ser automatizado, reduzindo-se os custos com manutenção, mão-de-obra e área de estoque. Uma vez resolvido estes entraves tecnológicos dos ciclos de potência baseado em pellets, a evolução destes sistemas para sistemas de cogeração é uma questão de integração de sistemas, já que as tecnologias para produção de água quente, vapor e frio estão amadurecidas. Vale destacar que no caso do aproveitamento do calor rejeitado nos ciclos de potência para produção de frio na microgeração, também, é um problema ainda não resolvido. Em nível de pesquisa, existem várias iniciativas pelo mundo demonstrando a viabilidade técnica para a produção de frio a partir de calor rejeitado em microescala, baseados, principalmente, em sistemas de adsorção de calor usando o par água-zeólita. No entanto, viabilizar estes sistemas no mercado ainda é um desafio. A título de demonstração, a Figura 6 ilustra possíveis sistemas de cogeração baseados em pellets.

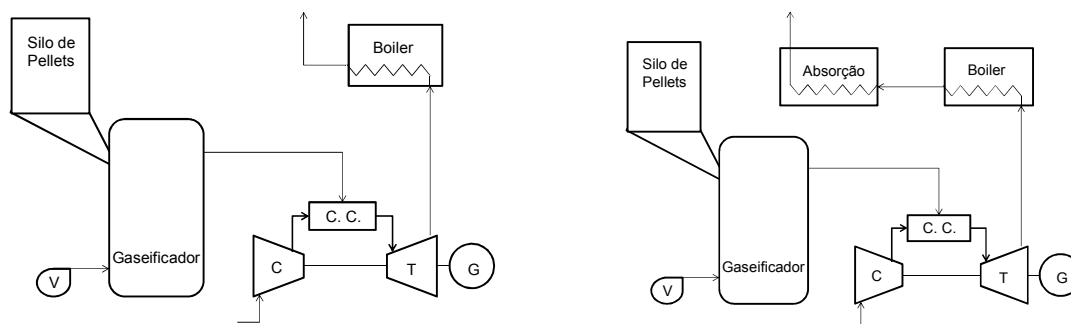


Figura 6 - Ciclos de Cogeração

3.1. Impacto na Matriz Energética

A matriz energética brasileira é uma das mais limpas do mundo. Mas é consenso entre os especialistas que ela precisa ser mais diversificada devido ao risco cada vez maior de crises hídricas e os impactos econômicos e ambientais dos combustíveis fósseis, os quais correspondem a 20% da matriz, BEN (2015). A biomassa já responde por 7,3% da geração de eletricidade, BEN (2015), puxada principalmente pelo bagaço de cana e licor negro. Segundo a ABRAF (2013), em 2012 foram gerados 41 milhões de toneladas de resíduos de madeira, quando somados os resíduos das atividades florestais e madeireiras, o que significa um potencial de 77,4TWh/ano de energia elétrica, se considerar-se o PCI mostrado na Tabela 1 e plantas térmicas com 40% de eficiência. O consumo final de energia elétrica no Brasil em 2014 foi de 531,1TWh/ano, conforme BEN (2015). Apesar deste potencial, a geração a partir de resíduos madeireiros e florestais ainda não aparecem nas estatísticas do governo. A causa da baixíssima exploração desta fonte energética é, em parte, a falta de uma cultura tecnológica que envolva toda a cadeia produtiva, desde a coleta dos resíduos na floresta, passando pelo processamento, até a conversão energética. A inserção dessa nova cultura tecnológica da biomassa energética já começou, mas há muito a avançar. De todo o potencial de geração a partir dos resíduos florestais e madeireiros mostrado, dificilmente todo ele poderá ser aproveitado por meio de grandes centrais termelétricas. Portanto, a alternativa mais viável no curto prazo seria o processamento destes resíduos na forma de pellets e sua inserção no mercado via novas tecnologias de conversão, propiciando a micro e mini cogeração de eletricidade, calor e/ou frio.

4. CONCLUSÕES

O Brasil, devido sua extensão territorial, localização geográfica e disponibilidade hídrica, representa uma verdadeira potência em termos de energias renováveis. No entanto, trata-se de uma potência ainda latente. As fontes renováveis já são bastante exploradas, como é o caso da hidroeletricidade, a produção de etanol, o aproveitamento do bagaço da cana e, recentemente, a energia eólica. Mas ainda há muito a ser explorado. Somente o aproveitamento dos resíduos florestais e madeireiros atuais poderiam gerar 77,4TWh/ano de eletricidade, o que corresponde a 14,6% da eletricidade consumida no país em 2014. Se for considerado o potencial de exploração de florestas dedicadas para energia, esse percentual pode aumentar significativamente, sendo que sua produtividade energética por hectare pode ultrapassar a da cana-de-açúcar, conforme o avanço das pesquisas no setor florestal. Uma vez que uma característica dos resíduos florestais e madeireiros é a forma dispersa de sua oferta, plantas de produção de pellets mostram-se mais atrativas que grandes plantas térmicas. Portanto, os pellets podem viabilizar o consumo destes resíduos nas regiões próximas às fontes de resíduos por meio da utilização de tecnologias de micro e minicogeração. Conforme mostrado na Tabela 1, considerando-se os preços atuais dos combustíveis, os pellets representam uma fonte energética bastante atrativa para a produção de eletricidade, calor e/ou frio. No caso de produção de calor, já existem tecnologias disponíveis no mercado, mas para a geração de eletricidade e cogeração, incluindo a produção de frio, em micro e mini escalas, as tecnologias ainda encontram-se no estágio de desenvolvimento.

5. REFERÊNCIAS

- ABRAF, 2013. “Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012” / ABRAF(Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas). – Brasília;
- ANEEL, 2014. “Micro e minigeração distribuída : sistema de compensação de energia elétrica”, Agência Nacional de Energia Elétrica. – Brasília : ANEEL;
- Balanço Energético Nacional 2015: Ano base 2014 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro : EPE;
- Escobar, J.F. e Coelho, S.T., 2014. “O potencial dos pellets de madeira como energia no brasil”, CENBIO, Centro Nacional de Referência em Biomassa, Instituto de Energia e Ambiente, USP;

- Garcia, D.P., 2014. “Pellets: Uma questão de competitividade e preço”. Revista da Madeira, v. 138, p. 32-34;
- Garcia, D.P., 2014. “Os desafios dos pellets de madeira: competitividade”. Revista Opiniões, v. 12, p. 43-44. ISSN: 2177-6504;
- Higa, A.R., Kageyama, P.Y., Ferreira, M., 1973. “Variação da densidade básica da madeira de pinus elliottii”, IPEF n.7, p.79-91.
- IAE, International Agency Energy, 2008. “Combined Heat and Power, Evaluating the benefits of greater global investment”;
- IPCC, 2007: Climate Change 2007: “Impacts, Adaptation and Vulnerability”. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.
- van Loo, S., Koppejan, J., 2008. “The handbook of biomass combustion and co-firing”. Chippingham: Earthscan.

6. RESPONSABILIDADE AUTURAL

WOOD PELLETS POTENTIAL AND TECHNOLOGICAL ISSUES IN BRASIL

Matheus Fontanelle Pereira¹, matheus.fontanelle@ifsc.edu.br

Edson Bazzo², ebazzo@ufsc.br

¹Federal Institut of Santa Catarina – Câmpus Lages, R. Heitor Vile Lobos, 222, CEP:88506-400, Lages-SC

²Federal University of Santa Catarina – Departamento de Engenharia Mecânica, CEP: 88040-900, Florianópolis-SC

Abstract: *The wood pellets are becoming a good option in terms of energy source alternative once it presents low cost in comparison with conventional fuels and easy transportation and operation if compared with wood logs. However, its dissemination is still restrict in Brasil due to the lack of information in the market and also the limited production capacity. The major part of the brasilian production is exported. Many works have been publicated showing the economic, environmental and social benefits from the use of the wood pellets. However, few studies are focused on the thermodynamic and technological issues of the use of this resource in Brasil. In the present work results are showed with the focus on the wood pellets potential as an energy resource, comparing the energy cost with others fuels in the market, its availability and its productivity per hectare against others renewable energy resources, as well as, the main technological issues which constrains its better exploration in Brasil.*

Palavras-chave: *wood pellets, biomass, distributed generation*

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.