Potencial de Geração e Aproveitamento de Rejeito Sólido Hospitalar na Região Oeste do Paraná

JEBAI, G. T. [a], MOREJON, C. F. M. [b]

a. *Mestranda do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, gihanjebai@hotmail.com*

b. *Docente do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais e pesquisador da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, camilo_freddy@hotmail.com*

Resumo

No Brasil, o aproveitamento do rejeito sólido hospitalar (RH) é raro ou na maioria dos casos inexistente. Pesquisas recentes mostram que os RHs podem ser utilizados em processos pirolíticos, para a obtenção de carvão e hidrocarbonetos líquidos e gasosos. Porém, para o dimensionamento dos mesmos se faz necessária a qualificação e a quantificação dos RHs. Nesse contexto, o artigo apresenta o potencial de geração de RH nos 50 municípios da região Oeste do Estado do Paraná e propõe um novo modelo de gestão desses rejeitos. A concepção metodológica está baseada na possibilidade de aproveitamento por meio da sua transformação em produtos de valor agregado. Para tanto, foi realizada uma pesquisa prospectiva, cujos valores quantitativos foram obtidos a partir de correlações que dependem de diferentes variáveis, sendo a principal delas o número de leitos disponíveis em cada município. Por meio de mapas temáticos, propõem-se uma subdivisão dos municípios em cinco regiões de gestão de RH. Em cada região, um município âncora receberia a instalação de um centro de processamento de RH. Assim, a usina de processamento de RH instalada no município de Campo Bonito seria responsável pelo processamento de 0,90 t/dia; a de Marechal Cândido Rondon 0,75 t/dia; a de São Miguel do Iguaçu 0,64 t/dia; a de Iracema do Oeste 0,22 t/dia; e a de Céu Azul 0,19 t/dia. Sob esta ótica, o RH seria convertido em matéria prima e os produtos do seu aproveitamento retornariam ao ciclo de produção.

Palavras-chave: *resíduo sólido hospitalar; resíduo sólido de serviço de saúde; modelos de gestão.*

1. Introdução

Existem, hoje, diversas tecnologias de aproveitamento de rejeitos sólidos hospitalares, cuja concepção metodológica é capaz de reduzir a quantidade de rejeitos depositados e ainda propiciar benefícios adicionais, como a obtenção de receitas pela utilização e/ou comercialização de co-produtos (por exemplo, energia elétrica e cinzas para a construção civil).

No entanto, o uso dessas tecnologias no Brasil é praticamente inexistente, o que torna o cenário nacional propício à implantação de modelos de gestão voltados à destruição térmica de RH, onde as plantas são operadas por equipes qualificadas, municipais, públicas ou privadas.

Neste contexto, o presente trabalho levantou as seguintes questões: na região Oeste do Paraná, qual é o potencial de geração de rejeito sólido hospitalar (RH)? Quais são as alternativas existentes para o aproveitamento comercial e industrial desses rejeitos? Qual modelo de gestão poderia viabilizar o aproveitamento do RH gerado na região Oeste do Paraná? O presente trabalho visa o atendimento dessas questões.

2. Métodos

De caráter quanti-qualitativo, o trabalho foi desenvolvido em três etapas, descritas a seguir: sendo elas: 1) caracterização das fontes geradoras de RH; 2) estimativa do potencial de geração diário, mensal e anual de RH nos 50 municípios da região oeste do Paraná; e 3) proposição de novo modelo de gestão de RH na região Oeste do Paraná.

2.1 Caracterização das fontes geradoras de rejeito sólido hospitalar

A partir de uma investigação teórica, baseada em dados disponibilizados por órgãos oficiais voltados ao acompanhamento do desenvolvimento econômico e social do Estado do Paraná, como o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES, 2014), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES, 2014) e o Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS, 2012), caracterizou-se a região de estudo e foram levantados dados necessários à execução das etapas subsequentes.

2.2 Estimativa do potencial de geração de rejeito sólido hospitalar

Para se obter a estimativa da quantidade de RH potencialmente gerada ao dia, ao mês e ao ano em cada município da região, utilizou-se uma equação preconizada na literatura, baseada em uma relação direta entre a quantidade média de geração diária de RH e o número de leitos disponíveis (Equação 1).

$$RH_{dia.munic.X} = \frac{L_{dia} \cdot G_{pld}}{1000} \qquad (1)$$

Em que: $RH_{dia.munic\ X}$ corresponde ao potencial de geração diária de rejeito sólido hospitalar no município X, dado em t/dia; L_{dia} corresponde ao número de leitos disponíveis no município X; e G_{pld} corresponde à média de geração diária de RH, dada em kg/leito.dia.

O número de leitos disponíveis em cada município foi obtido por meio de consulta ao Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), inscrição determinada pelo Ministério da Saúde para todos os estabelecimentos públicos ou privados que prestam algum tipo de assistência à saúde no território nacional.

Assumiu-se como geração diária de RH por leito os valores médios encontrados em hospitais brasileiros, sendo este levantado por meio de pesquisa bibliográfica.

Para fins de cálculo, o potencial de geração diária de RH de cada município ($RH_{dia.munic.X}$) foi multiplicado pelas variáveis denominadas número de dias de funcionamento ao mês e número de dias de funcionamento ao ano, obtendo-se, respectivamente, as estimativas dos potenciais de geração mensal e anual de RH. Foi utilizado o valor 30 para a variável denominada número de dias de funcionamento ao mês e o valor 365 para a variável denominada número de dias de funcionamento ao ano, assumindo-se que todos os leitos existentes são ocupados de forma ininterrupta nestes períodos (Equações 2 e 3).

$$RH_{mês.munic.X} = RH_{dia.munic.X} \cdot F_{mês} \quad (2)$$

Em que: $RH_{mês.munic.X}$ corresponde ao potencial de geração mensal de rejeito sólido hospitalar no município X, dado em t/mês; $RH_{dia.munic.X}$ corresponde ao potencial de geração diária de rejeito sólido hospitalar no município X, dado em t/dia; e $F_{mês}$ corresponde ao número de dias de funcionamento do hospital ao mês.

$$RH_{ano.munic.X} = RH_{dia.munic.X} \cdot F_{ano} \quad (3)$$

Em que: $RH_{ano.munic\ X}$ corresponde ao potencial de geração anual de rejeito sólido hospitalar no município X, dado em t/ano; $RH_{dia.munic\ X}$ corresponde ao potencial de geração diária de rejeito sólido hospitalar no município X, dado em t/dia; e F_{ano} corresponde ao número de dias de funcionamento do hospital ao ano.

Somando-se os valores encontrados para cada município, estimou-se o potencial de geração diária, mensal e anual de RH na região Oeste do Paraná (Equação 4, 5 e 6, respectivamente).

$$RH_{dia.Oeste\ PR} = \sum_{i=0}^{n} RH_{dia.munic.X} \quad (4)$$

Em que: $RH_{dia.Oeste\ PR}$ corresponde ao potencial de geração diária de rejeito sólido hospitalar na região Oeste do Paraná, dado em t/dia; $\sum RH_{dia.munic.X}$ corresponde ao somatório dos potenciais de geração diária de rejeito sólido hospitalar nos municípios da região Oeste do Paraná, dado em t/dia.

$$RH_{mês.Oeste\ PR} = \sum_{i=0}^{n} RH_{mês.munic.X} \quad (5)$$

Em que: $RH_{mês.Oeste\ PR}$ corresponde ao potencial de geração mensal de rejeito sólido hospitalar na região Oeste do Paraná, dado em t/mês; $\sum RH_{mês.munic.X}$ corresponde ao somatório dos potenciais de geração mensal de rejeito sólido hospitalar nos municípios da região Oeste do Paraná, dado em t/mês.

$$RH_{ano.Oeste\ PR} = \sum_{i=0}^{n} RH_{ano.munic.X} \quad (6)$$

Em que: $RH_{ano.Oeste\ PR}$ corresponde ao potencial de geração anual de rejeito sólido hospitalar na região Oeste do Paraná, dado em t/ano; $\Sigma RH_{ano.munic.X}$ corresponde ao somatório dos potenciais de geração anual de rejeito sólido hospitalar nos municípios da região Oeste do Paraná, dado em t/ano.

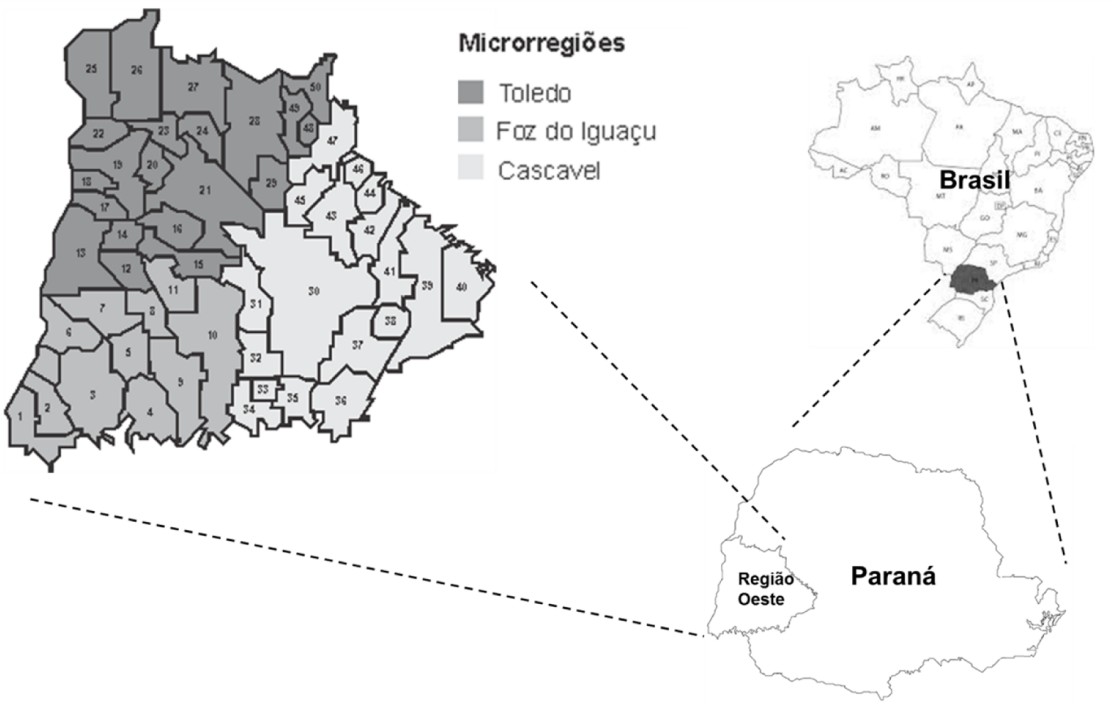
2.3 Proposição de novo modelo de gestão de rejeito sólido hospitalar na região Oeste do Paraná

A partir dos resultados obtidos na etapa anterior, na distribuição espacial dos municípios e no potencial de aproveitamento dos rejeitos em estudo foi elaborada uma proposta de modelo de gestão dos RHs, cuja concepção metodológica está baseada na sua transformação em produtos de valor agregado.

3. Resultados e discussão

3.1 Caracterização das fontes geradores de rejeito sólido hospitalar

Com uma extensão territorial de 22.851,003 km², a região Oeste do Paraná é formada pela união de 50 municípios, distribuídos em três microrregiões: Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo, as quais abrigam, respectivamente, 18, 11 e 21 municípios (Fig. 1).



LEGENDA

1 – Foz do Iguaçu
2 – Santa Terezinha de Itaipu
3 – São Miguel do Iguaçu
4 – Serranópolis do Iguaçu
5 – Medianeira
6 – Itaipulândia
7 – Missal
8 – Ramilândia
9 – Matelândia
10 – Céu Azul
11 – Vera Cruz do Oeste
12 – Diamante do Oeste
13 – Santa Helena
14 – São José das Palmeira
15 – São Pedro do Iguaçu
16 – Ouro Verde do Oeste
17 – Entre Rios do Oeste
18 – Pato Bragado
19 – Marechal Cândido Rondon
20 – Quatro Pontes
21 – Toledo
22 – Mercedes
23 – Nova Santa Rosa
24 – Maripá
25 – Guaíra
26 – Terra Roxa
27 – Palotina
28 – Assis Chateaubriand
29 – Tupãssi
30 – Cascavel
31 – Santa Teresa do Oeste
32 – Lindoeste
33 – Santa Lucia
34 – Capitão Leônidas Marques
35 – Boa Vista da Aparecida
36 – Três Barras do Paraná
37 – Catanduvas
38 – Ibema
39 – Guaraniaçu
40 – Diamante do Sul
41 – Campo Bonito
42 – Braganey
43 – Corbelia
44 – Iguatu
45 – Cafelândia
46 – Anahy
47 – Nova Aurora
48 – Iracema do Oeste
49 – Jesuítas
50 – Formosa do Oeste

Fig. 1. A - Mapa de localização da região Oeste do Paraná e sua distribuição em microrregiões.

Segundo o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES, 2014) a região Oeste do Paraná possui 3.838 leitos, o equivalente a 12,39% do total disponível em todo o Estado (30.969 leitos). Destes, 1.510 (39,34%) estão localizados nos municípios pertencentes à microrregião Cascavel, 1.382 (36,01%) à microrregião Toledo e 946 (24,65%) à microrregião Foz do Iguaçu (Tabela 1).

Tabela. 1. Distribuição dos leitos disponíveis nas microrregiões do Oeste do Paraná.

Microrregião	Número de leitos
Cascavel	1.510
Toledo	1.382
Foz do Iguaçu	946
Total	**3.838**

A cidade de Cascavel lidera o ranking de municípios com maior número de leitos cadastrados (1.103 leitos), seguida dos municípios de Foz do Iguaçu e Toledo, com 478 e 382 leitos, respectivamente. Doze dos 50 municípios que compõem a região Oeste do Paraná não possuem leitos cadastrados, sendo eles: Mercedes, Ouro Verde do Oeste e Terra Roxa, pertencentes à microrregião Toledo; Anahy, Braganey, Campo Bonito, Diamante do Sul, Iguatu e Santa Teresa do Oeste, pertencentes à microrregião Cascavel; e Ramilândia, São Miguel do Iguaçu e Serranópolis do Iguaçu, pertencentes à microrregião Foz do Iguaçu. A microrregião de Cascavel possui o maior número de leitos disponíveis (1.510), seguida, em ordem decrescente, pelas microrregiões de Toledo (1.382) e de Foz do Iguaçu (946) (Figura 2).

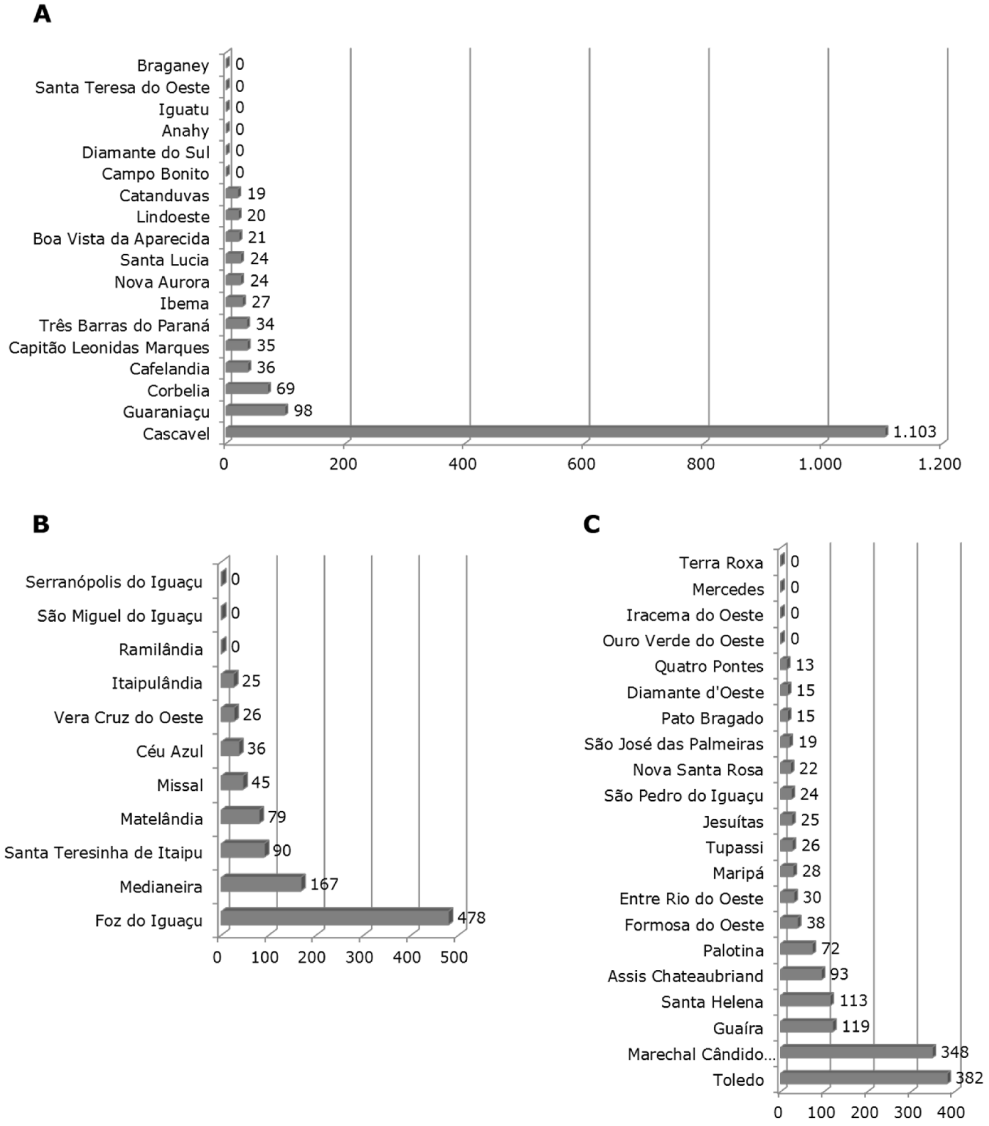


Fig. 2 – Número de leitos disponíveis nos municípios pertencentes às três microrregiões do Oeste do Paraná: a) Microrregião Cascavel; b) Microrregião Foz do Iguaçu; e c) Microrregiões Toledo.

3.2 Estimativa do potencial de geração de rejeito sólido hospitalar

O levantamento bibliográfico realizado para se estabelecer a média de geração diária de RH (Gpld) aponta o valor de 0,70 kg/leito/dia (Tabela 2).

Tabela 2. Média de geração diária de RH (G_{pld}), segundo levantamento bibliográfico.

Fonte	**Índice de geração de RH (kg/leito/dia)**
Lemos; Silva; Pinto, 2010	1,10
Machline; Gonçalves; Filho, 2004	0,20
Morejon; Fabris; Laufer, 2007	0,43
Schneider, 2004a	0,76
Schneider, 2004b	1,00
Schneider; Paiz; Stedile, 2012	0,72
Média	**0,70**

Somando-se os valores de G_{pld} encontrados para cada município, estima-se em 2,69 t/dia, 80,79 t/mês e 982,94 t/ano os potenciais de geração diária, mensal e anual de RH em toda a região Oeste do Paraná (Tabela 3).

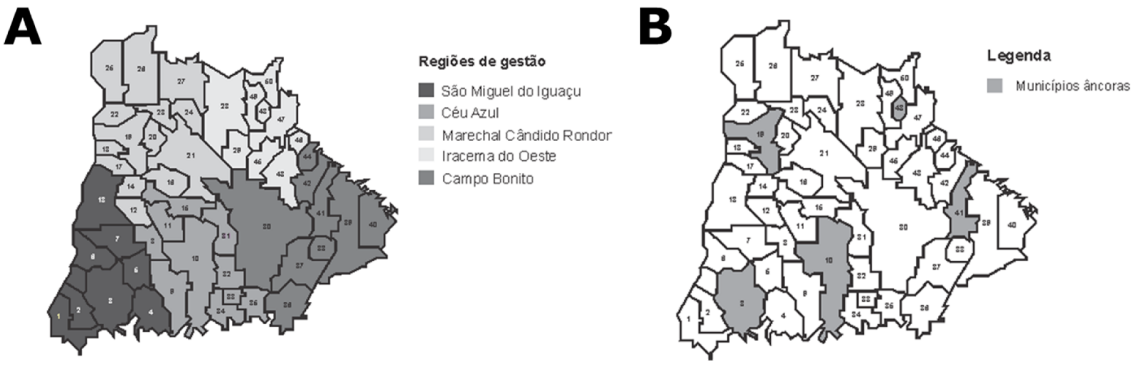
Tabela 3. Potencial de geração de RH na região Oeste do Paraná.

Microrregião	**Número de leitos**	**Potencial de geração de RH**		
		t/dia	**t/mês**	**t/ano**
Cascavel	1.510	1,06	31,79	386,72
Toledo	1.382	0,97	29,09	353,94
Foz do Iguaçu	946	0,66	19,91	242,28
Total	**3.838**	**2,69**	**80,79**	**982,94**

3.3 Proposição de novo modelo de gestão de rejeito sólido hospitalar na região Oeste do Paraná

A proposta consiste na instalação de cinco centros de triagem, tratamento e processamento de RH em 5 municípios da região Oeste do Paraná, sendo eles: São Miguel do Iguaçu; Céu Azul; Marechal Cândido Rondon; Iracema do Oeste; e Campo Bonito. Esses municípios, denominados cidades âncoras do novo modelo de gestão, receberiam o RH gerado em seu território, caso possuam leitos disponíveis[1], e o RH gerado em municípios lindeiros, estabelecendo-se 5 regiões de gestão de RH (Figura 3).

[1] Segundo o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES, 2014), os municípios de São Miguel do Iguaçu, Iracema do Oeste e Campo Bonito não possuem leitos disponíveis.



LEGENDA

1 – Foz do Iguaçu
2 – Santa Terezinha de Itaipu
3 – São Miguel do Iguaçu
4 – Serranópolis do Iguaçu
5 – Medianeira
6 – Itaipulândia
7 – Missal
8 – Ramilândia
9 – Matelândia
10 – Céu Azul
11 – Vera Cruz do Oeste
12 – Diamante do Oeste
13 – Santa Helena
14 – São José das Palmeira
15 – São Pedro do Iguaçu
16 – Ouro Verde do Oeste
17 – Entre Rios do Oeste
18 – Pato Bragado
19 – Marechal Cândido Rondon
20 – Quatro Pontes
21 – Toledo
22 – Mercedes
23 – Nova Santa Rosa
24 – Maripá
25 – Guaíra
26 – Terra Roxa
27 – Palotina
28 – Assis Chateaubriand
29 – Tupãssi
30 – Cascavel
31 – Santa Teresa do Oeste
32 – Lindoeste
33 – Santa Lucia
34 – Capitão Leônidas Marques
35 – Boa Vista da Aparecida
36 – Três Barras do Paraná
37 – Catanduvas
38 – Ibema
39 – Guaraniaçu
40 – Diamante do Sul
41 – Campo Bonito
42 – Braganey
43 – Corbelia
44 – Iguatu
45 – Cafelândia
46 – Anahy
47 – Nova Aurora
48 – Iracema do Oeste
49 – Jesuítas
50 – Formosa do Oeste

Fig. 3. A – Regiões de gestão do novo modelo de gestão de RH; B – Municípios âncoras do novo modelo de gestão de RH.

No modelo de gestão proposto, o RH gerado em cada município seria coletado de forma diferenciada dos demais resíduos sólidos hospitalares, podendo ser estabelecido, como forma de incentivo, um retorno econômico por quantidade separada e coletada na fonte. Os RH seriam, então, deslocados para uma usina de processamento localizado no município âncora da região de gestão da qual faz parte (Fig. 4).

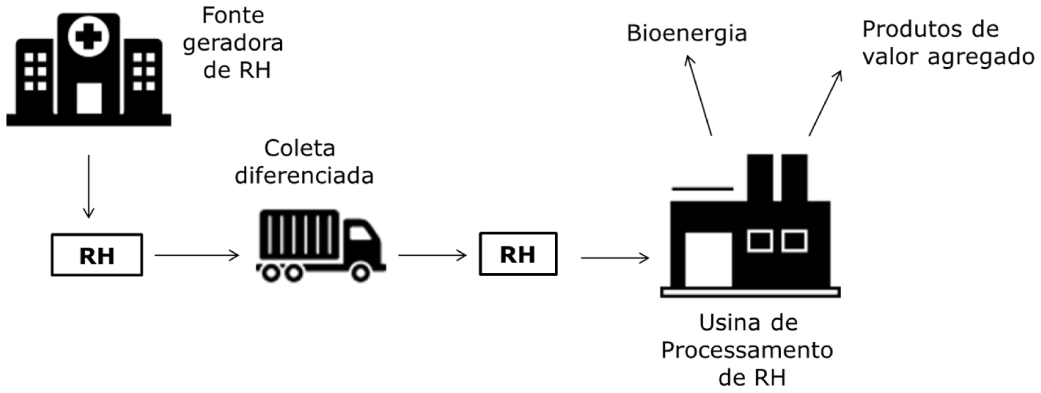


Fig. 4. Proposta de novo modelo de gestão de RH na região Oeste do Paraná.

No modelo proposto, as usinas de processamento de RD seriam dimensionadas conforme o potencial de geração de RH da região de gestão. Neste cenário, a usina de processamento instalada no munícipio de Campo Bonito seria responsável pelo processamento diário da maior quantidade de RH, equivalente a 0,90 t/dia, onde se destaca o município de Cascavel (0,77 t/dia). Na sequencia, estariam as usinas instaladas em Marechal Cândido Rondon (0,75 t/dia), São Miguel do Iguaçu (0,64 t/dia), Iracema do Oeste (0,22 t/dia) e Céu Azul (0,19 t/dia), onde se destacam, respectivamente, os municípios de Toledo (0,27 t/dia), Foz do Iguaçu (0,34 t/dia), Assis Chateaubriand (0,07 t/dia) e Matelândia (0,06 t/dia) (Figura 5).

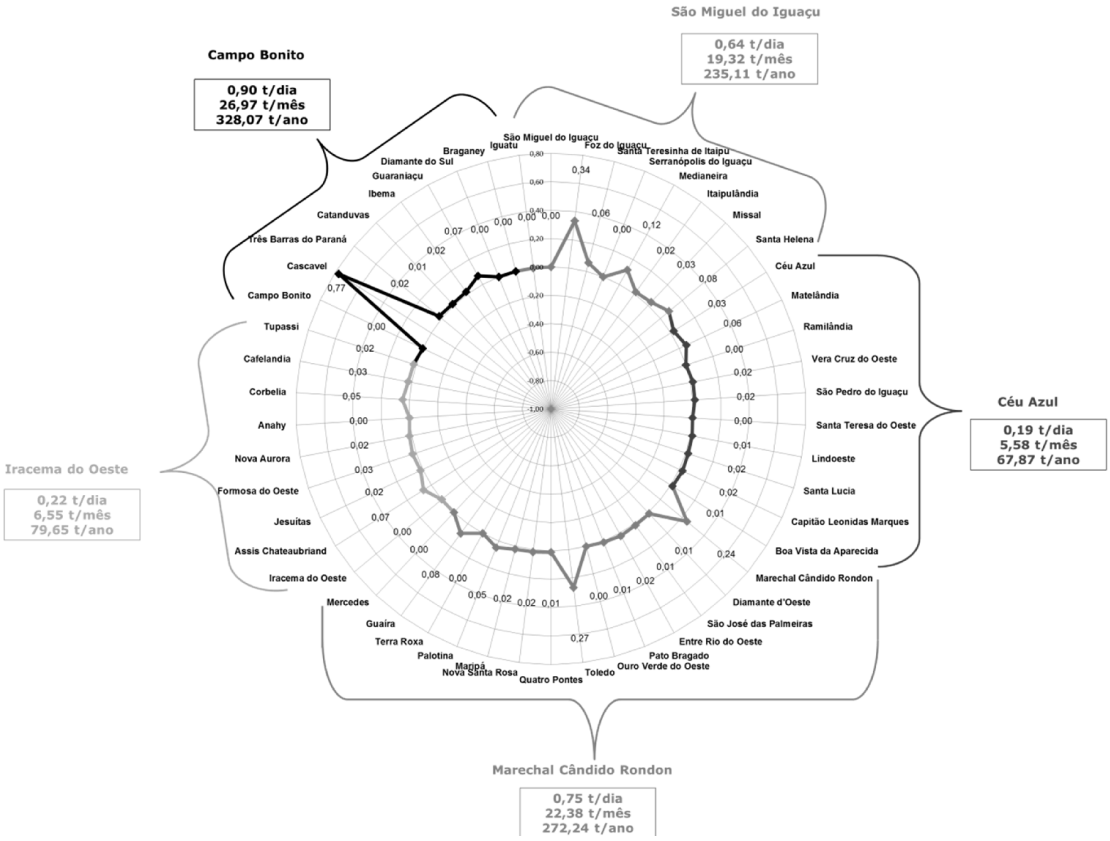


Fig. 6. Potencial de geração diária de RH nas cinco regiões propostas pelo novo modelo de gestão.

Entre os resultados esperados do processamento do RH estão a produção de biogás e seus derivados (energia elétrica, energia térmica, etc.) e co-produtos de valor agregado, como carvão e hidrocarbonetos líquidos e gasosos, estabelecendo-se uma expectativa de retornos econômicos atrativos para a região Oeste do Paraná. Além disso, a instalação das usinas de processamento nos municípios âncoras poderia contribuir para a geração de emprego e renda e propiciar uma maior visibilidade dos municípios no cenário estadual e nacional. Quanto aos benefícios ambientais, vale destacar a significativa redução da quantidade de resíduos sólidos depositado nos destinos finais, economia e geração de energia, redução no consumo de matéria-prima e diminuição de custos ambientais, dentre os quais cabe ressaltar as emissões de gases de efeito estufa e o risco de contaminação.

4. Conclusões

No Brasil, casos de aproveitamento de RH são raros, ou na maioria das vezes inexistente, devido ao não desenvolvimento de modelos alternativos de gestão que se mostrem eficazes e viáveis do ponto de vista econômico, social e ambiental. Desta forma, a gestão dos RH configura-se como um grande desafio, e ao que tudo indica, os ativos tecnológicos e o capital intelectual das universidades e centros de pesquisa têm plenas condições de atender as demandas tecnológicas de aproveitamento total desse tipo de resíduo hospitalar. O modelo de gestão proposto reconhece que a solução tradicional até então adotada para o tratamento e disposição final do RH apenas transfere o problema para alguns anos à frente, e este passa, então, a ser convertido em insumo, retornando ao ciclo de produção.

5. Referências

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde. 2014. Consulta Leitos. http://cnes.datasus.gov.br/Mod_Ind_Tipo_Leito.asp acessado em Junho/2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Sinopse do Censo Demográfico 2010 – Paraná. http://www.censo2010.ibge.gov.br acessado em Setembro/2013.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. 2013. Base de dados do Estado. http://www.ipardes.pr.gov.br/imp/index.php acessado em Dezembro/2014

Lemos, K. I. L.; Silva, M. G. C.; Pinto, F. J. M., 2010. Produção de resíduos em hospitais públicos e filantrópicos no município de Fortaleza (CE). Revista Baiana de Saúde Pública, v. 34, n. 2, p. 321-332.

Machline, C.; Gonçalves, R. T.; Ribeiro Filho, V. O. R., 2004. O gerenciamento dos resíduos sólidos dos serviços de saúde de uma amostra de hospitais nacionais. http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/2896/P00312_1.pdf?sequence=1 acessado em Abril/2014.

Morejon, C. F. M.; Fabris, S. C.; Laufer, A., 2007. Desenvolvimento de uma correlação para identificação do potencial de geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos da atividade doméstica. Revista Interagir, n. 9, p. 149-158.

Schneider, V. E.; Paiz, J. C.; Stedile, N. L. R., 2012. Geração de resíduos em um hospital de ensino e pesquisa em saúde. http://www.proamb.com.br/downloads/uigce7.pdf acessado em Maio/2014.

SNIS - Sistema Nacional de Informações de Saneamento, 2012. Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos. http://www.snis.gov.br/PaginaCarrega.php?EWRErterterTERTer=104 acessado em Janeiro/2014.