

Avaliação econômica da reutilização de áreas degradadas pela extração de argila em Campos dos Goytacazes - RJ

Romano Roberto Valicheski¹
Cláudio Roberto Marciano¹
Nivaldo José Pociano²

RESUMO

A extração de argila possui grande importância sócioeconômica para o Município de Campos dos Goytacazes-RJ. Atualmente mais de 120 empresas ceramistas movimentam anualmente em torno de 168 milhões de reais e geram 4.500 empregos diretos. Do ponto de vista ambiental, essa atividade degrada em torno de 3.500 m² por dia, formando cavas de 1 a 4 m de profundidade. Após a extração, algumas cavas são reutilizadas com eucalipto, cana-de-açúcar ou pastagem, porém a maioria é abandonada. Nesse contexto objetivou-se avaliar a viabilidade econômica da revegetação das áreas mineradas com essas culturas. A partir de informações obtidas junto aos ceramistas e produtores rurais constituíram-se diferentes fluxos de caixa, sendo utilizados como indicadores econômicos o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Análise de Sensibilidade. Dos cenários avaliados, a implantação de eucalipto mostrou-se economicamente mais atrativa, apresentando maior VPL e TIR. A cana-de-açúcar, apesar de ser economicamente viável, torna-se uma atividade de elevado risco econômico. Embora economicamente inviável, a implantação da pastagem nas cavas se justificará caso outras opções forem tecnicamente inviáveis, uma vez que a revegetação da área degradada é um compromisso legal do minerador. A inclusão nos fluxos de caixa do valor recebido pela argila extraída torna economicamente viáveis os três cenários avaliados, com ampla margem de lucro.

Palavras chave: áreas degradadas, revegetação, viabilidade econômica.

ABSTRACT

Economic studies of reutilization of areas degraded by clay extraction in Campos dos Goytacazes-RJ

Clay extraction has great socioeconomic importance for the city of Campos dos Goytacazes-RJ. Currently, more than 120 ceramist companies generate annually around 168 million of reals and create 4.500 direct jobs. From the environmental viewpoint, this activity degrades around 3.500 m² of soil surface per day, forming pits from 1 to 4 m deep. After extraction, some areas are reused with eucalyptus, sugarcane or pasture, however, most of them are abandoned in short time. The aim of this work was to evaluate the economic viability of replanting these cultures in mined areas. Information obtained from ceramists and farmers were used to create different cash flows to be used as economic indicators of Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and Sensitivity Analysis. Among the evaluated scenarios, the eucalyptus implantation was the most economically attractive, with higher NPV and IRR. Although the

Recebido para publicação em maio de 2005 e aprovado em janeiro de 2009

¹ Laboratório de Solos,

² Laboratório de Engenharia Agrícola - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Av.: Alberto Lamego, 2000 Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes-RJ, 28013-602 valicheski@uenf.br; marciano@uenf.br; ponciano@uenf.br

sugarcane crop is economically viable, it becomes an activity with high economic risk, whereas although economically unviable, the pasture implantation in the pits is recommended for areas without other options, since the replanting operation is a legal commitment of the mining company. The inclusion of the value paid for the extracted clay in the cash flows makes the evaluated scenarios economically viable, with large economic return.

Key words: degraded areas, replanting, economic viability.

INTRODUÇÃO

O subsolo brasileiro contém importantes depósitos minerais. Partes dessas reservas são consideradas expressivas quando relacionadas mundialmente. Segundo Barreto (2001), o país produz cerca de 70 substâncias minerais, sendo 21 do grupo de minerais metálicos, 45 dos não-metálicos e quatro dos energéticos.

Dentre os não-metálicos, a argila extraída para a indústria cerâmica tem um papel importante para economia do País, com participação no PIB (Produto Interno Bruto) estimado em 1%, correspondendo a cerca de 6 bilhões de dólares anuais. A abundância de matérias-primas naturais, as fontes alternativas de energia e a disponibilidade de tecnologias práticas embutidas nos equipamentos industriais fizeram com que as indústrias brasileiras evoluíssem rapidamente e muitos tipos de produtos dos diversos segmentos cerâmicos atingissem nível de qualidade mundial, com apreciável quantidade exportada (ABECERAM, 2008).

No caso específico da atuação das cerâmicas, o impacto ambiental é proveniente da retirada da vegetação e da camada superficial do solo e do subsolo, formando cavas com profundidade variando de 1 a 4 m. Como consequência mais relevante desta exploração, tem-se a eliminação da camada estruturada do perfil, onde há maior disponibilidade de matéria orgânica, nutrientes e atividade microbiana. Outro aspecto importante é a perda de nutrientes fundamentais para as plantas, principalmente aqueles que têm sua dinâmica no sistema solo-planta altamente relacionada com as fontes orgânicas, como é o caso do fósforo, do enxofre e, em especial, do nitrogênio.

O pólo cerâmico de Campos dos Goytacazes é responsável por cerca de 40% da produção estadual, movimentando aproximadamente 168 milhões de reais por ano (Vieira, 2001; Ramos *et al.* 2003).

Atualmente cerca de 120 cerâmicas e olarias produzem aproximadamente 5.000.000 de peças por dia, gerando cerca de 4.500 empregos diretos e 15.000 indiretos (estimativa do Sindicato dos Ceramistas), constituindo-se numa das mais importantes atividades industriais do município. Esse setor é composto apenas de micro e pequenas empresas, produzindo basicamente tijolos e telhas. Estima-

se que 95% da produção é voltada para outras localidades. O principal mercado consumidor dos blocos de vedação é a região do Grande Rio, consumindo cerca de 60% da produção. Há ainda, comercialização para o Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo (Ramos *et al.* 2003). O principal combustível utilizado para a queima das peças produzidas é a lenha, sendo gastos em torno de 500 m³ mensais (DRM, 2007).

Muitas destas áreas exploradas ou em exploração pertencem a pequenos proprietários rurais, que as arrendam para empresas ceramistas realizarem a extração da argila. O valor pago aos proprietários é de aproximadamente R\$1,00 por m³ de argila extraída, que, considerando-se uma profundidade média de extração de 2m, resulta em R\$2,00 para cada m² de solo extraído (R\$20.000,00 ha⁻¹). Estima-se que essa atividade tem promovido uma retirada diária de aproximadamente 7.000 m³ de solo, ocasionando a degradação de uma área em torno de 3.500 m² por dia (Costa Júnior, 1997).

De acordo com o Decreto nº 97.632/89, é obrigação legal a recuperação e estabilização ambiental das áreas degradadas após a extração de argila. No caso das cavas resultantes da extração de argila para cerâmica, para cumprir tal objetivo alguns usos podem ser cogitados. Entre eles pode-se citar sua utilização para a piscicultura, para a produção vegetal com fins agrícolas, pecuários ou silvícolas (Rodrigues, 2001; Pralon, 1999; Schiavo, 2001), ou, simplesmente, para o restabelecimento do equilíbrio biológico da área do sítio (Lourenzo, 1991). Em quaisquer desses casos, será necessário verificar a existência de condições mínimas para a implementação do uso pretendido. Exceto para a piscicultura, a exigência é que o substrato remanescente da mineração não esteja desprovido de atributos físicos, químicos e biológicos que permitam minimamente o desenvolvimento vegetal.

Na região, a maioria das áreas que já foram exploradas encontra-se abandonada. Várias são as causas dessa situação. A primeira delas é que grande parte das jazidas (arrendadas) não tem licença ambiental, não sendo assumido o compromisso de recuperação pelo minerador ou pelo proprietário. Esse fato, aliado a uma fiscalização precária, resulta na situação atual. A segunda é o fato de o proprietário vender o “barro” da área por um preço relati-

vamente elevado, o que faz que ele perca seu interesse em produzir, pelo menos em curto prazo. A terceira, que vem do fato de o processo de extração ser realizado de modo empírico, sem visar à reutilização da área após a exploração, resulta da baixa qualidade do substrato remanescente (proximidade com o lençol freático, elevada salinidade e sodicidade), que dificulta ou mesmo impossibilita a sua reutilização para fins agrícolas.

Uma possibilidade de ocupação dessas áreas seria a sua revegetação, utilizando espécies mais rústicas e menos exigentes em nutrientes para seu desenvolvimento. Segundo Gonçalves & Mello (2000), o eucalipto é uma espécie que tolera certo nível de acidez no solo, apresentando desenvolvimento satisfatório em solos moderadamente ácidos, com pH situando-se entre 5,5 a 6,0. Além disso, espécies como o *Eucalyptus camaldulensis* são moderadamente tolerantes à salinidade, resistentes à seca e apresentam baixa exigência de fertilização (Morris & Collopy, 1999; Benyon *et al.* 1999; Cramer *et al.* 1999; Gonçalves & Mello 2000; Oliveira Neto *et al.* 2003). Graças a estas características e ao programa de melhoramento genético realizado no Brasil, em que se procura adaptar as espécies às condições edafoclimáticas, as florestas de eucalipto têm apresentado produtividades satisfatórias, mesmo com recomendações de adubação bem aquém daquelas utilizadas para as culturas agrícolas (Gonçalves, 1995).

Alguns ceramistas da Baixada Campista têm realizado a revegetação das áreas exploradas com eucalipto, o qual apresentou bom desenvolvimento. A implantação dessa espécie nas áreas já exploradas seria uma solução economicamente desejável, pois as cerâmicas requerem grande demanda de lenha para seu funcionamento, sendo esta quantidade suprida por outras regiões distantes do pólo cerâmico, com elevado custo de aquisição devido às grandes distâncias percorridas. Além disso, estaria sendo plenamente satisfeita a exigência do Art. 3º do Decreto no 97.632/89, que prevê que a recuperação da área, após o término da exploração, deve levá-la a uma nova forma de utilização.

Outra possibilidade de uso para o substrato remanescente das áreas exploradas é o cultivo da cana-de-açúcar. O Município de Campos dos Goytacazes, por sua localização, possui um clima favorável para o desenvolvimento dessa cultura. O Estado do Rio de Janeiro possui cerca de 102.000 ha cultivados com cana-de-açúcar. Desse total, a Região Norte Fluminense, que tem como base a agroindústria canavieira, é responsável por aproximadamente 93% da produção de açúcar do estado (Asflucan, 2003). Alguns proprietários de áreas já exploradas pelas empresas ceramistas, após o nivelamento do terreno e eventual adequação química do substrato da cava, têm colhido em torno de 50 a 80 t ha⁻¹ de cana-de-açúcar no primeiro corte (cana planta). Seu cultivo nessas áreas de-

gradadas pela mineração pode ser uma forma de aumentar a renda dos produtores rurais e cumprir a legislação.

Além da cana-de-açúcar e do eucalipto, outra possibilidade de uso para as cavas de extração de argila seria o cultivo de pastagem. Muitas áreas onde a extração já se encerrou encontram-se tomadas por espécies nativas, as quais são utilizadas para este fim. Essas pastagens, formadas sem nenhum procedimento técnico, são geralmente pouco propícias para o pastoreio de animais devido à baixa produção e à baixa qualidade da biomassa, que apresenta elevada quantidade de sílica e baixa digestibilidade.

A introdução de novas espécies forrageiras mais adaptadas às condições de solos ácidos, de baixa fertilidade e que apresentem certa tolerância à salinidade, associada ao desenvolvimento de novas técnicas de formação de pastagens, possibilitam a substituição dessa vegetação nativa por outras espécies mais produtivas, como é o caso da *Brachiaria*. Essa forrageira adapta-se às mais variadas condições de clima e solo, apresentando resistência à seca, frio, fogo, pisoteio, umidade excessiva, solos fracos e arenosos e também é moderadamente tolerante à salinidade (Pupo, 2002), o que a torna amplamente utilizada para cria, recria e engorda de animais.

Diante desse quadro e da necessidade de destinar um fim agricultável para as áreas já mineradas, este trabalho objetivou avaliar a viabilidade econômica de três cenários (implantação de eucalipto, de cana-de-açúcar e de pastagem) na reutilização das cavas resultantes do processo de extração de argila.

MATERIAL E MÉTODOS

Formação dos fluxos de caixa

As informações necessárias para a formação dos fluxos de caixa foram obtidas por meio de levantamentos realizados junto aos ceramistas e proprietários rurais que arrendaram suas terras para extração de argila e possuem alguns desses sistemas já implantados. Os preços dos insumos foram obtidos nas casas agropecuárias da região, durante período de abril a junho de 2004.

Foram estimados dois fluxos de caixa para cada sistema de produção (cenário). Um baseou-se somente nas entradas e saídas que ocorreram durante a implantação e vigência do sistema de produção, após a extração da argila. O outro fluxo de caixa, além desses itens, incluiu como entrada o valor médio recebido pela extração de argila (R\$20.000,00 ha⁻¹) e, como saída, o valor de uso da terra (R\$251,00 ha ano⁻¹) que, antes da extração, poderia ser recebido pelo proprietário pelo arrendamento dessa, para o cultivo da cana-de-açúcar. Como os cenários simulados possuem ciclos com diferentes períodos de duração, para tornar possível a comparação entre eles, foi necessário encontrar um horizonte de vigência comum, que foi de 14 anos.

Como custo social resultante da atividade de extração de argila, foi considerado o valor de uso da terra conforme descrito por (Contador, 1998). No custo social, não foram contabilizadas outras externalidades negativas, resultantes dessa atividade (possibilidade de contaminação do lençol freático, degradação ambiental, alteração da paisagem, etc), devido à falta de um método adequado para atribuir-lhes valor. Na região de Campos, é uma prática comum muitos produtores arrendarem terras de outros proprietários para o cultivo de cana, pagando o valor do arrendamento com parte da colheita. Como valor de uso da terra, foi considerado o montante pago pelos produtores aos arrendatários, que é entre 15-20% da produção anual, dependendo da qualidade do solo. Em relação às áreas estudadas, por possuírem solos com características químicas favoráveis para a agricultura, em especial o horizonte superficial, optou-se por usar como valor 20% da produção. Em relação à região, como é responsável pela maior parte da cana produzida no estado, usou-se para o cálculo do valor de arrendamento, o valor médio da produtividade estadual dos últimos dez anos (45,64 toneladas por ha). O valor de arrendamento anual (R\$251,00) foi obtido pela multiplicação da fração de produção, paga pelo preço médio recebido por tonelada de cana do ano de 2003, que foi de R\$27,35.

Nos fluxos de caixas foram consideradas todas as despesas necessárias, desde o nivelamento da cava até a venda da produção. A necessidade de fertilizantes dos diferentes sistemas foi calculada segundo recomendações descritas por (De-Polli *et al.* 1990), levando em consideração os valores apresentados na Tabela 1, os quais foram simulados para o substrato remanescente das cavas a partir dos teores determinados por Valicheski (2004) nos horizontes de 12 perfis de solo, abertos em 10 cavas de extração de argila.

Para o reflorestamento foi considerado o uso da espécie *Eucalyptus camaldulensis*, com espaçamento de 2 x 3 m. Para adubação de plantio considerou-se, por cova, a aplicação de 3 kg de esterco de curral, 90 g de superfosfato simples (SFS), 60 g de cloreto de potássio (KCl) e 20 g de uréia. A adubação de cobertura seria realizada aos 90 e 180 dias após o plantio, com a aplicação de 75 kg de uréia ha⁻¹ em cada operação. Na adubação para rebrota (após o primeiro corte),

considerou-se a aplicação de 57 kg de SFS, 28 kg de KCl e 35 kg de uréia por hectare. Foram estimados dois cortes de madeira para lenha, os quais seriam realizados quando as plantas estivessem com 7 e 14 anos de idade, com produtividade de 210 e 180 m³ ha⁻¹, respectivamente. Como preço de comercialização, foi considerado R\$ 21,75 m³ de madeira empilhada, sendo a venda realizada na propriedade.

Para a cultura da cana, simulou-se o cultivo de cana de ano com espaçamento de 1,20 m entre linhas. Para adubação, foi considerado o uso de formulado, sendo utilizado por hectare 300 kg de 05-30-20 no plantio e, para adubação de cobertura, 270 kg de 20-00-20, do 2º ao 4º ano de cultivo, e 270 kg de 20-05-20, do 5º ao 7º ano de cultivo. Foram considerados dois ciclos de 6 cortes, sendo um de cana planta e 5 de cana-soca para cada ciclo. Como preço de comercialização, foi considerado o preço médio praticado no ano de 2003.

Para o sistema de pastagem, simulou-se o cultivo de *Brachiaria decumbens* como produtividade anual de 12 t ha⁻¹ de matéria seca. Na adubação de plantio foi considerada a aplicação de 150 kg de SFS e 133 kg de uréia ha⁻¹, e em cobertura, a aplicação de 133 kg de uréia ha ano⁻¹. A taxa de lotação simulada foi de 2,5 animais por hectare, com ganho médio de peso de 360g animal dia⁻¹. Na aquisição dos animais, considerou-se o preço de R\$57,00 por arroba, praticado no município de Campos dos Goytacazes, para novilhos de corte (6,66 arrobas). Como valor de venda, foi usado o preço de R\$55,00 por arroba, também praticado na região, sendo esta realizada quando os animais atingissem 450 kg de peso vivo (15 arrobas).

Para custo de oportunidade, foi utilizada uma taxa anual de 6%, representando a remuneração da caderneta de poupança. No presente trabalho não foram computados alguns itens do custo total, como impostos (territorial, compra e venda de animais, venda da produção) e a remuneração do proprietário.

Indicadores econômicos

Como indicador da viabilidade econômica dos sistemas adotados, foram utilizados o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Foram empregadas taxas de descontos de 6%, 8%, 10% e 12% anuais, que representam uma faixa abrangente o suficiente para

Tabela 1. Teor simulado de alguns atributos químicos do substrato remanescente para as cavas de extração de argila.

| Prof. cm | pH H ₂ O | Bases Trocáveis | | | | | MO g kg ⁻¹ | T — | t cmol _c kg ⁻¹ | SB | Saturação | | |
|-------------|------------------------|-----------------|-----|-----|-----|------|--------------------------|--------|---|------|-----------|-----|-----|
| | | Ca | Mg | Na | K | P | | | | | V | m | Na |
| 00-20 | 5,7 | 8,6 | 4,7 | 0,9 | 141 | 18,5 | 44,1 | 20,0 | 14,8 | 14,7 | 71,2 | 2,2 | 4,9 |
| 20-40 | 5,7 | 7,8 | 4,6 | 1,5 | 121 | 19,4 | 38,2 | 19,2 | 14,4 | 14,2 | 71,9 | 3,4 | 7,9 |

MO: matéria orgânica, T: CTC a pH 7,0, t: CTC efetiva, SB: soma de bases, V%: saturação por bases, m%: saturação por alumínio, Na%: saturação por sódio, P e K: extrator Carolina do Norte

captar distintas condições de custo de empréstimo ou rentabilidade alternativa para o capital. A taxa de 6% ao ano representaria um limite inferior conservador para a remuneração do capital. A taxa de 12% ao ano representa um valor suficientemente elevado para captar uma taxa mínima para o custo de capital.

O método do VPL transfere para o instante atual todos os saldos de caixa esperados, descontando-os a determinada taxa de juros (taxa de desconto) e somando algebricamente. Com a utilização da taxa de juros, o custo oportunidade desse capital estará sendo considerado pelo investidor.

Para determinação do VPL foi utilizada a seguinte expressão:

$$VPL = -FC_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j}$$

Sendo:

VPL: Valor Presente Líquido;

FC_j : valores dos fluxos líquidos;

j: período de análise (1,2,3,...n);

n: vida útil do projeto;

i= taxa de desconto;

FC_0 : fluxo de caixa inicial.

Com a utilização do método do VPL para análise financeira, os projetos serão considerados viáveis se apresentarem um VPL maior que zero. Isso significa que o investimento do capital na atividade trará um retorno financeiro superior ao da taxa de desconto estipulada (custo oportunidade).

A TIR representa a taxa de desconto para a qual o projeto apresenta valor atual nulo. Nesses termos, um projeto será tanto mais desejável quanto maior for sua TIR, pois maior será o retorno do capital investido. Pode-se determinar o valor da TIR por meio da seguinte expressão:

$$FC_0 - \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} = 0$$

Sendo:

FC_j : valores dos fluxos líquidos;

j: período de análise (1, 2, 3,...n);

n: vida útil do projeto; i: taxa de desconto; FC_0 : fluxo de caixa inicial.

Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é uma ferramenta que permite observar de que maneira as variações ocorridas em uma das variáveis do projeto poderão influenciar sua viabilidade econômica. Por meio dela, é possível determinar em que medida um erro ou modificação de uma das variáveis incide nos resultados do projeto (Buarque, 1991).

Uma vez calculado o VPL ou a TIR do projeto, podem se usar as melhores estimativas dos fluxos de caixa para saber qual a sensibilidade do valor obtido em relação à determinada variável (Noronha, 1997). Com a análise de sensibilidade feita, é possível prever como se comportará o projeto diante de uma mudança na economia ou, até mesmo, qual será o resultado apresentado pelo projeto se ocorrer queda na produtividade de uma determinada atividade.

Na análise de sensibilidade, os itens que compõem os fluxos de caixa foram agrupados em categorias, a fim de facilitar o entendimento. Para o eucalipto e a cana, foram testadas as categorias mudas, fertilizantes, operações mecanizadas, mão-de-obra e produtividade. Para a pastagem, optou-se pelas categorias: compra e venda de animais, fertilizantes, operações mecanizadas, mão de obra, medicamentos e cerca elétrica.

Entre as taxas de descontos utilizadas, optou-se pela taxa de 6% ao ano para realização da análise de sensibilidade dos sistemas de produção.

No presente trabalho, para implementar a análise de sensibilidade, foi adotada variação de 10%, sempre no sentido desfavorável para os resultados dos projetos, no preço de cada um dos itens do fluxo de caixa, sendo observada qual categoria apresentou maior efeito sobre o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados de Valor Presente Líquido (VPL) calculados para cada sistema de produção, utilizando as taxas de desconto de 6, 8, 10 e 12% ao ano, desconsiderando-se a receita pela venda da argila e o valor de uso da terra.

Para a cana-de-açúcar, o VPL apresenta valor positivo quando submetido a uma taxa de desconto anual de até 8%. Para o eucalipto, os valores são positivos em todas as taxas de desconto utilizadas. Contrariamente, a pastagem formada por *brachiária* apresenta valores negativos.

Tabela 2. Valor Presente Líquido (VPL) em R\$, para as taxas de desconto de 6, 8, 10 e 12% ao ano para cana, pastagem e eucalipto, sem considerar o valor de uso da terra e a venda da argila.

| Taxa de desconto (%) | 6 | 8 | 10 | 12 |
|----------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| | VPL em R\$ | | | |
| Cana | 176,40 | 10,23 | -127,58 | -243,04 |
| Pastagem | -1.681,04 | -1.836,05 | -1.958,15 | -2,055,16 |
| Eucalipto | 1.842,71 | 1.133,02 | 555,02 | 78,84 |

Analisando os valores de VPL, verifica-se que a implantação de eucalipto nas cavas de extração de argila demonstra ser mais atrativa, pois o VPL mantém-se positivo a uma taxa de desconto mais elevada, quando comparado com a cana-de-açúcar. Já a implantação de pastagem para criação de bovinos demonstrou ser uma atividade economicamente inviável.

De posse dos resultados do VPL de cada cenário para a reutilização das cavas, o pequeno proprietário rural que possui uma área onde já foi extraída a argila pode iniciar sua escolha, visando a adotar o cenário que mais se adapte aos seus objetivos e condições. No entanto, como os dados foram simulados, alguns valores determinados para os fluxos de caixas podem ter sido superestimados ou subestimados.

A implantação da cana-de-açúcar, por seu manejo necessitar de intensa mecanização e freqüente aplicação de produtos químicos, associado à queima da palhada na hora da colheita, torna-se uma atividade que possivelmente venha a deteriorar ainda mais as características químicas e físicas do solo, não sendo aconselhável sua implantação nas cavas.

A Tabela 3 apresenta os valores de VPL, calculados para os cenários que consideram o valor recebido pela extração de argila, o valor de uso da terra e o custo de implantação das cavas.

Também neste caso, tanto a pastagem quanto a cana-de-açúcar apresentam-se como opções menos interessantes do ponto de vista econômico, pois o Valor Presente Líquido calculado para as taxas de desconto utilizadas é inferior ao obtido para o eucalipto. Para esses cenários, observa-se um incremento nos valores de VPL com o aumento do custo oportunidade, o que se deve ao montante recebido pela extração de argila no primeiro ano, associado à baixa rentabilidade desses sistemas de produção. Já para a implantação de eucalipto, por ser um cenário que possui uma viabilidade econômica superior às taxas de descontos utilizadas, os valores de VPL apresentam uma redução com o incremento da taxa de desconto.

Em vista do expressivo montante recebido pela venda da argila, os valores de VPL determinados demonstram que a extração de argila é economicamente viável, mesmo estando associada à implantação de sistemas que geram prejuízos, como é o caso da pastagem. Esses resultados sugerem ser possível a implantação de sistemas que pro-

piem melhorias dos atributos do substrato, sendo parte das despesas de sua implantação e manutenção paga pelos juros gerados pela taxa de desconto aplicada ao montante inicial recebido.

Considerando somente o processo de reutilização das cavas, a TIR anual calculada para o cenário com pastagem foi de -3,62%, para a cana 8,14% e o para o cenário com eucalipto foi de 12,37%. Para os cenários em que é contabilizado o valor da venda da argila e o valor de uso da terra, as TIRs calculadas apresentaram valores muito elevados, em função do montante recebido no início do período de vigência do cenário, resultante da natureza extrativa da atividade, que gera fluxo de caixa já em seu primeiro ano.

Em termos econômicos, as TIRs obtidas para os cenários de eucalipto e cana-de-açúcar são favoráveis a sua adoção, pois são taxas superiores às remuneradas em investimentos disponíveis no mercado, como por exemplo, a caderneta de poupança.

A Tabela 4 apresenta a resposta dos cenários a um aumento de 10% nos preços de cada um dos itens que compõem as categorias avaliadas e, também, a uma redução na produtividade a essa mesma taxa.

Entre os cenários simulados para a reutilização das cavas de extração de argila, observa-se que, entre as categorias testadas, a que se mostrou mais sensível quando aplicada uma taxa de 10% desfavorável ao projeto foi a produtividade para a cana-de-açúcar e o eucalipto. Já para o cenário com pastagem, o preço de venda dos animais foi a que apresentou maior variação no valor do VPL, bem como na TIR. Essas categorias merecem atenção especial nos cenários simulados, já que um erro de cálculo ou uma produtividade superestimada proporcionam alterações expressivas na viabilidade do projeto, podendo torná-lo economicamente inviável.

O cenário com eucalipto, quando comparado com os demais, mostrou-se menos sensível, apresentando menor variação no valor do VPL e da TIR, com incremento de 10% nos preços dos insumos nas categorias testadas. A implantação desse sistema de produção nas cavas de extração de argila, mesmo com uma redução de 10% na produtividade esperada, apresenta Taxa Interna de Retorno de 10,81%, tornando-se assim uma atividade atrativa para implantação nas cavas. Além disso, esse sistema pode contribuir para que ocorra melhoria dos atributos físicos

Tabela 3. Valor Presente Líquido (VPL) em R\$, para as taxas de desconto de 6, 8, 10 e 12% ao ano para cana, pastagem e eucalipto, considerando o valor de uso da terra e o valor recebido pela venda da argila.

| Taxa de desconto (%) | 6 | 8 | 10 | 12 |
|----------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| | VPL em R\$ | | | |
| Cana | 17.915,84 | 18.028,30 | 18.122,61 | 18.201,98 |
| Pastagem | 16.058,40 | 16.182,02 | 16.292,04 | 16.389,86 |
| Eucalipto | 19.582,15 | 19.151,10 | 18.804,53 | 18.523,86 |

Tabela 4. Variação do VPL (DVPL) e da TIR (DTIR) em função de 10% no aumento do preço dos insumos e decréscimo no preço do produto. Valor Base calculado com taxa de desconto 6% ao ano.

| Cana-de-açúcar | | | | |
|-----------------------|-----------------|---------------|---------------|----------------|
| Itens | VPL(R\$) | VPL(%) | TIR(%) | ΔTIR(%) |
| Valor Base | 176,40 | 0,00 | 8,24 | 0,00 |
| Mudas | 114,11 | -35,31 | 7,36 | -0,78 |
| Fertilizante | -93,56 | -153,04 | 4,86 | -3,28 |
| Operações mecanizadas | -167,33 | -194,86 | 3,99 | -4,15 |
| Mão-de-obra | -32,35 | -118,34 | 5,61 | -2,53 |
| Produtividade | -857,53 | -586,13 | -4,98 | -13,12 |
| Eucalipto | | | | |
| Valor Base | 1.842,21 | 0,00 | 12,37 | 0,00 |
| Mudas | 1.797,74 | -2,44 | 12,16 | -0,21 |
| Fertilizante | 1.773,64 | -3,75 | 12,06 | -0,31 |
| Operações mecanizadas | 1788,72 | -2,93 | 12,12 | -0,25 |
| Mão-de-obra | 1.749,59 | -5,05 | 11,95 | -0,42 |
| Produtividade | 1.337,17 | -27,43 | 10,81 | -1,56 |
| Pastagem | | | | |
| Valor Base | -1.681,04 | 0,00 | -3,62 | 0,00 |
| Compra dos animais | -2.162,67 | -28,65 | -6,27 | -2,65 |
| Operações mecanizadas | -1.762,64 | -4,85 | -3,99 | -0,37 |
| Fertilizante | -1.854,80 | -10,34 | -4,60 | -0,98 |
| Mão-de-obra | -1.911,79 | -13,73 | -4,93 | -1,31 |
| Medicamentos | -1.727,89 | -2,79 | -3,90 | -0,28 |
| Cerca elétrica | -1.705,78 | -1,47 | -3,70 | -0,08 |
| Venda dos animais | -2.667,50 | -58,68 | -9,96 | -6,34 |

e químicos do substrato remanescente ao longo do tempo, pois devido a deposição da serrapilheira, associada à ausência da movimentação do solo, favorece o incremento do teor de matéria orgânica, da fauna, da estruturação do solo, condições fundamentais para o processo de reabilitação das áreas mineradas. Para a pastagem, mesmo sendo economicamente inviável, as categorias fertilizantes, mão-de-obra, e preço de compra dos animais merecem atenção na hora de implantar o projeto, pois incremento de 10% nos seus custos resulta em acentuada variação no VPL e TIR.

Embora economicamente inviável, a implantação da pastagem nas cavas se justificará quando outras opções forem tecnicamente inviáveis, uma vez que a revegetação da área degradada é um compromisso legal do minerador. A adoção desse cenário, apesar de financeiramente pouco interessante, pode ser uma opção aceitável quando se tem por objetivo propiciar melhoria das características físico-químicas do substrato, bem como aumentar os estoques de carbono no solo. Boddey *et al.* (1997) concluíram que em pastagens bem manejadas é provável que após 10 ou mais anos os estoques de carbono no solo aumentarão até níveis maiores do que sob a floresta original. Entretanto, se as pastagens não são adubadas com fósforo, ou qualquer outro nutriente, se as taxas de lotação são altas ou o fogo é utilizado com muita frequência para lim-

par as áreas, isso resultará na sua degradação, bem como na redução dos estoques de carbono no solo.

CONCLUSÕES

Dentre os três cenários avaliados, o eucalipto foi que se mostrou mais atrativo em termos econômicos. Sua implantação, além de propiciar retorno financeiro ao pequeno proprietário rural, possivelmente contribuirá para melhoria das características físicas e químicas do substrato remanescente. Além disso, contribuirá de forma direta na preservação da vegetação de outras áreas, por produzir lenha para as empresas ceramistas.

A implantação da cultura da cana-de-açúcar, apesar de economicamente viável quando comparada com o custo oportunidade, por causa do seu manejo poderá contribuir para a degradação do substrato remanescente, não sendo recomendada a reutilização da cava com esta cultura. Além disso, por apresentar grande sensibilidade a uma queda na produtividade ou a um reajuste de preços dos insumos, torna-se uma atividade de elevado risco econômico.

Considerando o montante recebido pelo arrendamento da terra para extração de argila, é possível a implantação de sistemas que com o tempo propiciem melhorias no substrato remanescente, como é o caso da pastagem, mesmo sendo economicamente inviável.

REFERÊNCIAS

- ABECERAM Associação Brasileira de Cerâmica (2008) Disponível em: <http://www.abceram.org.br/asp/abc_21.asp> Acesso em: 02 de fevereiro 2008.
- ASFLUCAN Associação Fluminense dos Plantadores de Cana Estado do Rio de Janeiro (2003) Relatório últimas 12 safras.
- Barreto ML (2001) Mineração e desenvolvimento sustentável: Desafios para o Brasil. Rio de Janeiro: CETEM/MCT. 215p.
- Benyon RG, Marcar NE, Crawford DF & Nicholson AT (1999) Growth and water use of *Eucalyptus camaldulensis* and *E. occidentalis* on a saline discharge site near Wellington NSW, Australia. *Agricultural Water Management*, 39:229-244.
- Boddey RM, Alves BJR, Sisti PJ & Urquiaga, S (1997) Acúmulo de carbono no solo sob sistemas de plantio direto e pastagens de Brachiaria. *Embrapa Agrobiologia*. Documento 3, 32p.
- Buarque C (1991) A incerteza do projeto. In: Buarque, C. (Ed.) Avaliação econômica de projetos. 8 ed. Rio de Janeiro, Editora Campus. p. 179-196.
- Contador CR (1988) Avaliação social de projetos. 2 ed. São Paulo, Editora Atlas, 315p.
- Costa Júnior, PF (1997) Comportamento de leguminosas arbóreas inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e rizóbio em estéril de extração de argila. Dissertação de mestrado. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense. 72p.
- Cramer VA, Thorburn PJ & Fraser, GW (1999) Transpiration and groundwater uptake from farm forest plots of *Casuarina glauca* and *Eucalyptus camaldulensis* in saline areas of southeast Queensland, Australia. *Agricultural Water Management*, 39:187-204.
- De-Polli H, Almeida DL, Santos GA, Cunha LH, Freire LR, Amaral Sobrinho NMB, Pereira NNC, Bloise RM & Salek, RC (1990) Manual de adubação para o estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 179p.
- DRM Departamento de Recursos Minerais (2007) Disponível em: <<http://www.drm.rj.gov.br/projetos.asp>> Acesso em: 05 outubro 2007.
- Gonçalves JLM (1995) Recomendações de adubação para *Eucalyptus* e *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. Piracicaba, IPEF, Documentos Florestais, 23p.
- Gonçalves JLM & Mello SLM (2000) O sistema radicular das árvores. In: Gonçalves JLM & Benedetti V. Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba, IPEF. p.219-269.
- Lourenzo JS (1991) Regeneração natural de uma área minerada de bauxita em Poços de Caldas, Minas Gerais. Dissertação de mestrado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 151p.
- Morris JD & Collopy JJ (1999) Water use and salt accumulation by *Eucalyptus camaldulensis* and *Casuarina cunninghamiana* on a site with shallow saline groundwater. *Agricultural Water Management*, 39:205-227.
- Noronha JF (1987) Formação de fluxos de caixas dos projetos. In: Noronha JF (Ed.) Projetos Agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica. São Paulo, Editora Atlas, p.131-162.
- Oliveira Neto SN, Reis GG, Reis MGF & Neves, CLN (2003) Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta à adubação e ao espaçamento. *Revista Árvore*, 1:15-23.
- Pralon AZ (1999) Produção de mudas de *Mimosa caesalpiniaefolia*, inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares e rizóbio, em estéril de extração de argila misturado com resíduo ferkal. Dissertação de mestrado. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense. 70p.
- Pupo NIH (2002) Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 341p.
- Ramos IS, Alexandre J, Alves MG, Barroso JA, Teixeira LS & Correa, FP (2003) Dimensionamento da indústria cerâmica em Campos dos Goytacazes, RJ. In: 47º Congresso Brasileiro de Cerâmica, João Pessoa. Anais, UFPB. CD-ROM.
- Rodrigues LA (2001) Crescimento e absorção de nutrientes por plantas de *Eucalyptus grandis* e leguminosas em resposta inoculação com fungos micorrízicos arbusculares e rizóbio. Tese de doutorado. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense. 101p.
- Schiavo JA (2001) Produção de mudas de goiabeira, (*Psidium guajava* L.) e *Acacia mangium* Willd colonizadas com fungos micorrízicos arbusculares, em blocos prensados confeccionados com resíduos agroindustriais. Dissertação de mestrado. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense. 86p.
- Valichski RR (2004) Avaliação técnica e econômica da reutilização de áreas de extração de argila em Campos dos Goytacazes - RJ. Dissertação de mestrado. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense. 132p.
- Vieira CMF (2001) Caracterização de argilas de Campos dos Goytacazes - RJ visando à fabricação de revestimento cerâmico semiporoso. Tese de doutorado. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense. 126p.