

Canais auto-sustentáveis em Recuperação de Áreas degradadas pela Mineração do Carvão, a Contribuição para a Melhoria da Paisagem

Prof. M.eng. Tadeu de Souza Oliveira ¹
Denise Olímpio Ugioni ²

UNESC: Dpto de Eng. Civil, Ambiental e Agrimensura
88806-000 Criciúma SC

¹tso@unesc.net

²Denise_ugioni@hotmail.com

RESUMO: O trabalho apresenta dimensionamento em canais de madeira para comparativo com canais naturais, concebidos de forma a serem auto-sustentáveis, para funcionarem como canais naturais. Em seguida é apresentado modelos de canais concebidos por engenharia naturalista, onde utiliza-se eucalypto roliço e seixo rolado. Para estes são determinados os coeficientes de rugosidade do fundo em três fases: a primeira com de seixo rolado, a segunda em argila sedimentada e a terceira com vegetação.

PALAVRAS CHAVES: Drenagem superficial, canais abertos, coeficiente de rugosidade.

ABSTRACT: The study demonstrate the dimension in concrete channels to compare with natural channels, conceived to be self sustained , becoming natural channels. Next, it is showed models of channels conceived by natural engineering, where round eucalyptus and rolled pebble. For these, rugosity coefficients are determinated in three phasis: th first with rolled pebble bottom; the second, with clay bottom and the third with vegetation.

Key Words: Open channels, rugosity coefficient, superficial drain

1 INTRODUÇÃO

As exigências para recuperação de áreas degradadas recaem em inúmeros fatores, onde as soluções são apontadas após um diagnóstico do ambiente degradado. Sem hierarquizar soluções apontando ações indispensáveis, podemos apontar a aplicação da hidráulica como sendo fator indispensável para a estabilização e conservação das medidas de reabilitação da área degradada.

A experiência tem mostrado que canais artificiais devem ser projetados e executados de forma a não agredir o meio em reabilitação. Canais de concreto por exemplo, por mais eficientes que possam ser, esteticamente desconfiguram o meio pelo seu estado de inércia e pela sua estrutura física que em nada combinam com vegetação e rede hidrográfica local. Canais de concreto mais se aproximam de uma cicatriz na paisagem do que uma rede hidrográfica criada artificialmente, figura 1.

Canal conveniente é aquele escavado pela própria natureza, durante um longo período de tempo. As velocidades de escoamento são geralmente baixas, assim resultando em um tempo de concentração maior, com menores picos de descargas para a jusante, (CESTESB, 1986).

Estes canais eculpidos pela natureza possuem baixa velocidade de escoamento, em função da topografia (baixa declividade) e vegetação, revestimento dos canais.

Este trabalho, como qualquer outro de recuperação de áreas degradadas, depende muito do sistema de drenagem concebido. Neste caso o sistema de drenagem foi totalmente projetado em concreto com seções variáveis retangular e trapezoidal. A empresa proprietária da áreas optou por canais de madeira apostando num modelo mais próximo ao natural.



Figura 1: Canal de concreto inserido em área reabilitada

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Primeira fase



Figura 2: Canal com madeira aparelhada e fundo em seixo rolado.

Os canais aqui estudados possuem características para que sejam auto-sustentáveis, imitando a formação natural, onde a vegetação será seu principal revestimento. A baixa velocidade inicial, ou seja, nos primeiros meses de implantação, será assegurada pelas pedras de grande diâmetro colocadas no fundo dos canais com alto coeficiente de rugosidade, figura 2.

O canal é implantado sobre a superfície remodelada topograficamente, a qual recebe uma camada de argila que servirá para fixação da vegetação de recomposição.

O coeficiente de rugosidade do canal nesta etapa foi determinado pela fórmula de Strickler, utilizando a análise granulométrica para definir o d_{90} , encontrado na curva granulométrica, demonstrado na figura 3.

A granulometria foi obtida "in loco", medindo individualmente cada pedra com amostra de 118 unidades num segmento de 2,89m de extensão do canal.

O d_{90} foi encontrado com a interpolação entre os valores 211mm e 270mm, onde resultou em 257mm. O coeficiente de rugosidade nesta foi encontrado aplicando-se a fórmula de Strickler onde:
 $n = d_{90}^{1/6} / 26$ com o diâmetro de 257mm em metros (0,257m).
 $n = (0,257^{1/6}) / 26$
 $n = 0,03067$

A seção transversal deste canal é trapezoidal com as dimensões da figura 4, quando a capacidade de descarga nesta etapa, calculada pela fórmula de Manning – $Q = (A/n) * I^{1/2}$ (CHOW, 1959), é de 4,94m³/s onde e a declividade do trecho estudado é de 0,03m/m, onde:

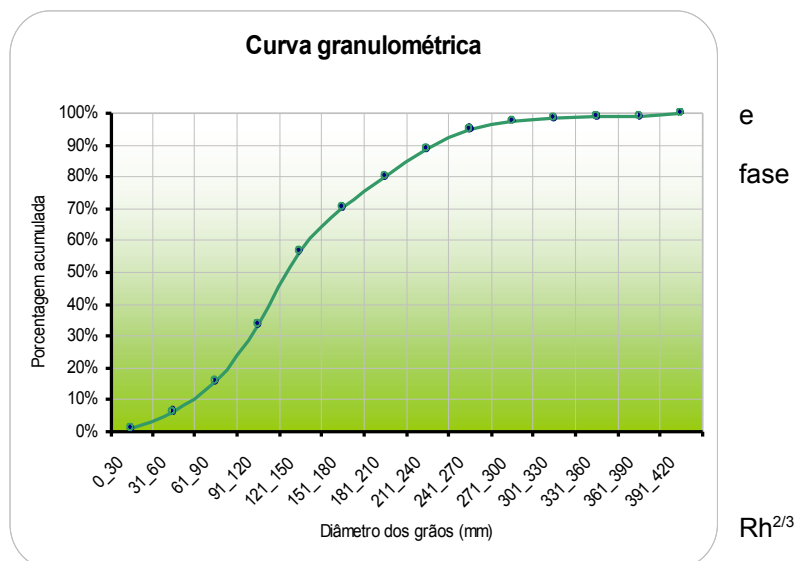


Figura 3: Curva granulométrica do seixo rolado

Q – Vazão em m³/s;
 A – Área da seção transversal em m²;
 Rh – Raio hidráulico em metros;
 I – Declividade longitudinal (fundo) em m/m.

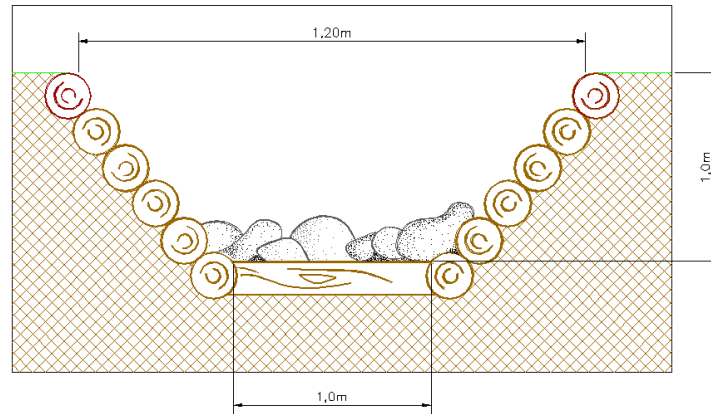


Figura 4: Seção transversal do canal na primeira fase do processo

2.2 Segunda fase

Durante o período de plantio, germinação e adensamento da vegetação ocorrem precipitações ocasionando o arraste de argilas sedimentando o fundo dos canais, figura 5. Neste momento inicia-se uma alteração na rugosidade do fundo do canal, ocasionando o aumento da velocidade e da vazão. Esta alteração é crescente até o fundo do canal ficar completamente sedimentado com as pedras cobertas por argila com granulometria variada, porém com diâmetros muito inferiores aos do fundo com seixo rolado.

Os canais que inicialmente eram como ilustra a figura 2, neste momento configuram-se como na figura 5, com revestimento de fundo de coeficiente de rugosidade muito menor que inicialmente. Nota-se também que a camada de sedimentos é bastante espessa variando de 5 a 10cm.

Nesta etapa o coeficiente de rugosidade também determinado pela fórmula de Strickler, apresenta valor muito inferior resultado da redução drástica de granulometria do fundo, como se observa na curva granulométrica da figura 6.

O d_{90} desta fase reduziu para 9,05mm, reduzindo também o coeficiente de rugosidade e determinado pela fórmula de Strickler onde:

$$n = d_{90}^{1/6} / 26 \text{ com o diâmetro de 9,05mm em metros (0,00905m).}$$

$$n = (0,00905^{1/6}) / 26$$

$$n = 0,017556$$



Figura 5: Sedimentos depositados pelas águas das chuvas dentro dos canais.

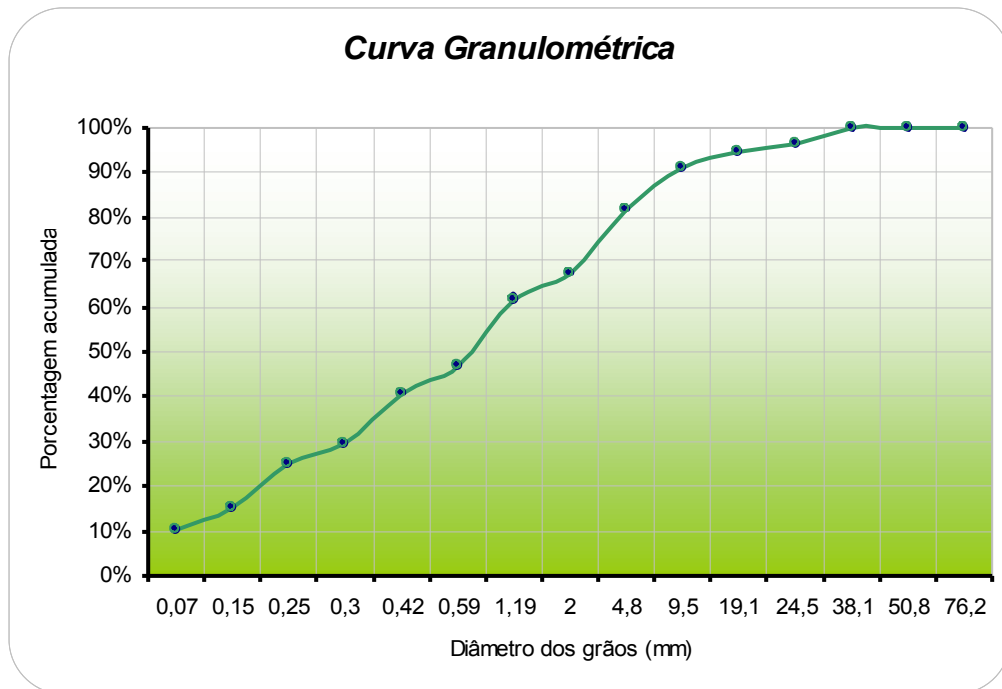


Figura 6: Curva granulométrica da argila sedimentada no fundo do canal
 Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas e Ambientais – IPAT/UNESC

A seção transversal continua com as mesmas dimensões, agora com o fundo revestido por argila sedimentada, figura 7, quando a capacidade de descarga nesta etapa, calculada pela fórmula de Manning é de $6,206\text{m}^3/\text{s}$ com a mesma declividade, de $0,03\text{m}/\text{m}$, onde:

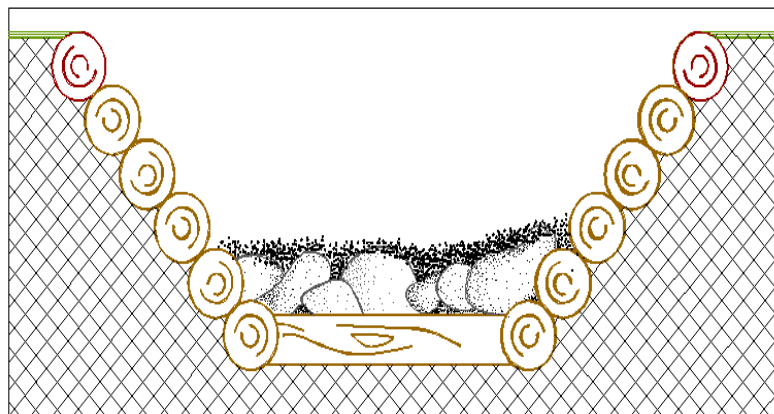


Figura 7: Seção transversal do canal na segunda fase do processo.

2.3 Terceira fase

A terceira etapa de comportamento dos canais surge quando a vegetação consolida-se em toda área recuperada, figura 8. Como são gramíneas plantadas por sementes e os leitos dos canais estão sedimentados por argilas, estes passam a configurar-se com revestimento de vegetação, ocorrendo nova alteração do coeficiente de rugosidade e consequentemente nova alteração na velocidade e na vazão.



Figura 8: Área reabilitada com a vegetação consolidada.

Estes canais localizados nos pés dos taludes, descarregam nos canais de descida que também são dissipadores de energia, responsáveis por conduzir as águas até o ponto final, a lagoa ou o rio. A capacidade de descarga nesta fase é de $0,6493\text{m}^3/\text{s}$, considerando um canal com alta densidade de vegetação e coeficiente de rugosidade de Manning $n=0,15$ (CHOW,1959). A seção transversal nesta fase está ilustrada na figura 10a e 10b.

A rugosidade aqui considerada refere-se às condições descritas por (CHOW,1959), para rios naturais em solo arenoso/argiloso, com vegetação contínua.



Figura 9: Canal com revestimento lateral de madeira serrada e fundo em seixo rolado.



Figura 10: Seção transversal do canal na terceira fase do processo.



Figura 11: Seção transversal do canal na terceira fase do processo.

2.4 Localização da área

A área onde está implantado o canal em estudo, situa-se na cidade de Siderópolis e faz parte de um conjunto de medidas para reabilitação de áreas degradadas pela mineração do carvão na região, figura 11. A área está situada entre outras que fazem parte do mesmo projeto de reabilitação.

Para o dimensionamento foi destes dispositivos de drenagem, utilizou-se a equação de chuva da região de Urussanga - $i = \frac{3445,7 T^{0,138}}{(t+26,3)^{1,012}}$, (BACK, 2002), sendo “T” o período de retorno de em anos (100 anos) e

“t” o tempo de concentração obtido pela fórmula de Ven Te Chow - $t_c = 52,64 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,64}$, (TUCCI, 2002).

Para a determinação da vazão de projeto utilizou-se o método racional onde $Q = \frac{CiA}{3,6}$ (TUCCI, 2002), com coeficiente de escoamento superficial de 0,50.



Figura 12: Foto aérea da área a ser considerada.

Fonte: DAAD

A área contribuinte para o canal em estudo soma um total de 62.654,866m², figura 12, sendo o maior comprimento da bacia 153,42m e a declividade média 0,228m/m, muito acentuada necessitando utilizar os canais também como dissipadores de energia.

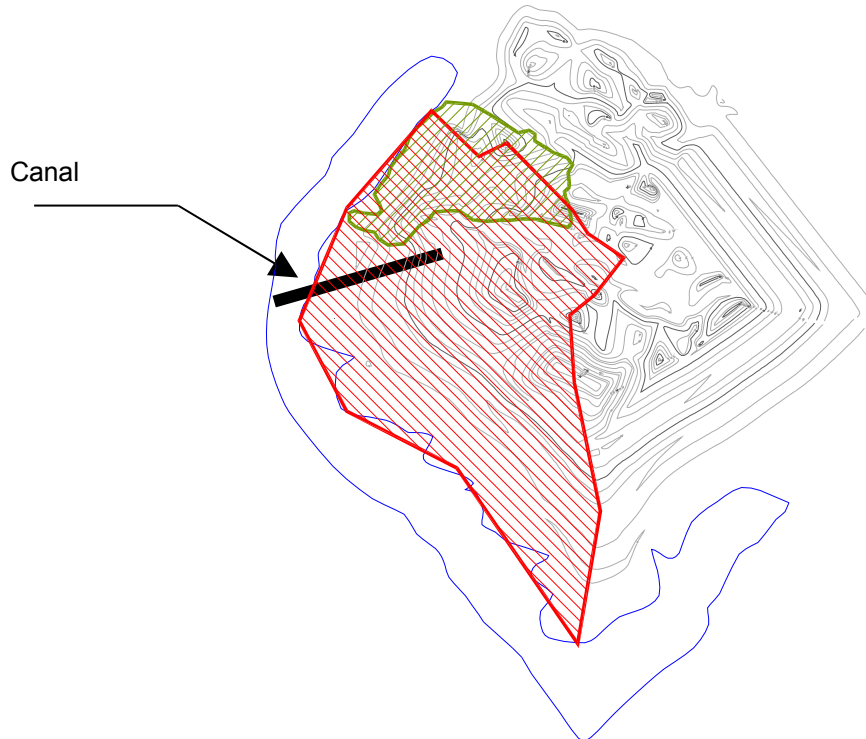


Figura 13: Mapa planialtimétrico com a delimitação da área de contribuição

A área encontra-se totalmente re-vegetada, com o sistema de drenagem desempenhando seu papel dentro do propósito do projeto.

3 CONCLUSÃO

O canal dimensionado em concreto armado com seção transversal de 1,00m x 0,5m e mesma declividade, previsto originalmente possui capacidade de descarga de 2,455m³/s.

O canal substituído construído em madeira nas condições e características descritas anteriormente, chega à última fase estudada com capacidade de descarga reduzida para 0,6493m³/s.

Mesmo não tendo determinado o coeficiente de rugosidade referente à fase 3, da vegetação, utilizou-se 0,15 recomendado pela literatura, observa-se que o sistema de drenagem não apresenta erosões, contrariamente ao que indicaria os valores das vazões determinadas, comparando-se o canal de concreto e o de madeira.

Primeiramente conclui-se que o coeficiente de escoamento superficial torna-se muito reduzido após a completa formação vegetal implantada. Nota-se também que o processo de sedimentação dos canais cessam mantendo a seção transversal no com as mesmas características do fundo canal na segunda fase, só acrescida da vegetação.

Neste contexto o canal aqui estudado apresenta todas as características de auto sustentabilidade, e completamente inserido na nova paisagem, sem nenhuma agressão visual, fatores que com certeza um canal em concreto não ofereceria, pois por maior densidade que a vegetação alcance, fica registrado como se fosse uma cicatriz na paisagem. Outro fator desfavorável a canais moldados em concreto para este fim, é sua degradação pela ação de intempéries sobre suas características físicas, químicas e mecânicas, e principalmente pela infiltração de água onde muitas vezes desprendem do solo.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACK, Álvaro José. **Chuvas intensas e chuva de projeto de drenagem superficial no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. 65 p.

CHOW, Ven Te. Open-channel hydraulics. New York: McGraw-Hill; Tokyo: Kogakusha, c1959. 680p

CHOW, Ven Te. Handbook of applied hydrology: a compendium of water-resources technology. New York: McGraw-Hill, c1964. 1v. (varias paginações)

EROSÃO; Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agropecuario/index.html&conteudo=./agropecuario/erosao.html#agua>>.

ESTUDOS hidrológicos; Disponível em: http://www.der.sp.gov.br/vder/_informativos/normas_projetos_conteudo/normas/hid001.htm.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 472 p.

MASSAD, Faíçal. **Obras de Terra: Curso Básico de Geotecnia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2003. 170 p

NETTO, José Martiniano de Azenedo; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Manual de hidráulica**. 6.ed. vol II. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1977. 670 p.

SANTO, Eder Luiz. Diagnóstico Ambiental de Áreas Degradadas pela atividade extrativa de carvão mineral Campo Malha II Oeste Siderópolis – Santa Catarina. vol I. Criciúma: 2002.

SANTO, Eder Luiz. Diagnóstico Ambiental de Áreas Degradadas pela atividade extrativa de carvão mineral Campo Mina Malha II Leste Siderópolis – Santa Catarina. Criciúma: 2002.

SANTO, Eder Luiz. Projeto de Reabilitação de Áreas Degradadas Pela atividade extrativa de carvão mineral Campo Mina Malha II Leste Siderópolis – Santa Catarina. vol II. Criciúma: 2002.

SANTO, Eder Luiz. Projeto de reabilitação Ambiental de Áreas Degradadas pela atividade extrativa de carvão mineral Campo Malha II Oeste Siderópolis – Santa Catarina. Criciúma: 2002.

WILKEN, Paulo Sampaio. **Engenharia de drenagem superficial**. 1.ed. São Paulo: CTESB, 1978. 478 p.

LINSLEY, Ray K.; FRANZINI, Joseph B.; PASTORINO, Luiz Americo. **Engenharia de recursos hídricos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1978. 798 p.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 943 p ISBN 8570256639