

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA**

**CANAIS ARTIFICIAIS: UMA CONTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA AO
ESTUDO DE SUAS MULTIFUNCIONALIDADES**



LARA LUÍZA SILVA

**UBERLÂNDIA - MG
2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE GEOGRAFIA**

**CANAIS ARTIFICIAIS: UMA CONTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA AO
ESTUDO DE SUAS MULTIFUNCIONALIDADES**

Monografia apresentada ao Curso de Geografia, da
Universidade Federal de Uberlândia, como pré-
requisito para a obtenção do título de Bacharel em
Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Carlos Rodrigues

**UBERLÂNDIA
2019**

TERMO DE APROVAÇÃO

LARA LUÍZA SILVA

CANAIS ARTIFICIAIS: UMA CONTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA AO
ESTUDO DE SUAS MULTIFUNCIONALIDADES

Prof. Dr. Silvio Carlos Rodrigues
Universidade Federal de Uberlândia – UFU
Orientador

Prof. Dr. Vanderlei de Oliveira Ferreira
Universidade Federal de Uberlândia - UFU
Membro

Prof. Dr. Renato Emanuel Silva
Instituto Federal do Mato Grosso- IFMT- Campus Primavera do Leste
Membro

Resultado: _____

Uberlândia, 2019

Tudo que temos de decidir é o que fazer com o tempo que nos é dado.

J.R.R. Tolkien

AGRADECIMENTOS

Há cinco anos um novo mundo se abriu aos meus olhos, foram anos de crescimento e aprendizado que contribuíram para minha formação profissional e pessoal. O passar destes anos trouxeram amizades, experiências e alegrias. Hoje, venho agradecer a todos que fizeram parte deste processo de formação.

Agradeço primeiramente a Deus, esse pai que esteve sempre do meu lado, me guiando e inspirando, agradeço por ter me mostrado de forma tão singela minha missão!

Ao senhor Eurípedes que segurou em minhas mãos em tantos momentos, que esteve sempre presente.

A toda minha família, que se fez porto seguro em todo processo, em especial minha mãe de coração Rosely Aparecida Silva e Souza, que me acolheu em sua vida para guiar, e é responsável pelo que me tornei hoje, que dedica sua vida ao crescimento dos filhos, a maior incentivadora que me apoiou de uma forma que se traduz em amor. Aos meus irmãos Laura e Carlos que sempre estiveram ao meu lado, com palavras de carinho, com uma conexão única e aos meus pais Simone Cristina e André Luiz, aos quais amo muito.

Ao meu orientador Silvio Carlos Rodrigues, que me inspirou e influenciou de forma direta na minha jornada e em minha vida, com seus ensinamentos que se tornaram bases essenciais, que não só uma, mais duas vezes aceitou me orientar, que me incentivava em todas as muitas pesquisas que levava antes de me encontrar nesta, mostrando as possibilidades abrindo assim o caminho. Um grande exemplo!

Agradeço aos professores que estiveram presente em algum momento da minha vida, em especial o professor Vanderlei que desde o início me auxiliou e participou de todo o processo sendo muito importante para construção de todo meu conhecimento, compartilhando seus tesouros e se fazendo sempre presente, minha admiração! E aos professores do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia.

Aos amigos de curso e de laboratório que são as pessoas que estão dia a dia do seu lado, ajudando de alguma forma, auxiliando nas dúvidas, na pesquisa, em trabalhos de campo ou até mesmo com palavras de incentivo Vinicius Marushi, Jean, Anna, Diego, Giliander, e demais sou grata por todos vocês.

Ao grande amigo Renato, meu agradecimento de coração, que esteve presente de alma, que me orientou a construir um caminho, que desfez dúvidas, que foi uma força para continuar nesta pesquisa, e foi essencial para a escolha do tema, o precursor que se tornou o maior exemplo dela, que tenho imensa admiração pela dedicação e pessoa incrível que é, agradeço por todos os momentos que atendeu as minhas solicitações.

Também deixo meu agradecimento ao meu grande amor, a pessoa mais importante que esteve presente em todas as minhas conquistas e foi essencial para tais, que me ajudou com todo seu coração, meu companheiro de vida, que participou de todas as etapas do trabalho, e se desdobrou em esforços, a pessoa que depois de todo cansaço se fez abrigo de paz para recomeçar. Que sempre me incentivou em tudo, e me ensina tanto com seus gestos, que me fez crescer e querer todos os dias ser melhor. Jefferson te agradeço eternamente!

RESUMO

Os canais artificiais são estudados em diversas frentes. Este estudo busca sua compreensão através da ciência geográfica e hidrogeomorfologia, buscando caracterizá-los e identificá-los quanto suas formas e características, com enfoque nos canais derivados multifuncionais, entendendo como influem nos ambientes encontrados, através de pesquisa bibliográfica com abordagem na 'paisagem antropogênica' com as ATH's (Assinaturas Topográficas Humanas) auxiliando na compreensão de como as formas superficiais associadas com as intervenções humanas influenciam na dinâmica da vertente. Conclui-se que os estudos da temática se mostram incipientes, se configurando este como uma contribuição para pesquisas futuras, a importância dos canais artificiais na paisagem como subsídios a ocupação antrópica, e como recomendações o conhecimento dos canais artificiais poderá contribuir para um melhor planejamento e previsões de cenários que possibilitem a diminuição de erosões nas vertentes.

Palavras-Chave: Canais artificiais; Canais derivados multifuncionais; Assinaturas Topográficas Humanas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Segmentos de tubos para aquedutos colocados em um canal. (a e b). Conduítes abertos (c). Conduítes fechados (d).....	15
Figura 2 - Variáveis morfológicas presentes na seção transversal com exagero vertical	17
Figura 3 - Distribuição de velocidade em um canal aberto em diferentes formatos de seção transversal.....	20
Figura 4 - Formas de deslocamento da água.....	23
Figura 5 - Ponto de derivação canal artificial	29
Figura 6- Condicionamento do fluxo do canal artificial (antrópico).....	30
Figura 7 - Serra da Canastra, canal localizado no divisor topográfico (1), setas amarelas demonstram o percurso do canal na vertente, setas vermelhas indicam a derivação do canal artificial para outra bacia	30
Figura 8- Diques duplos: Observa-se também uma sedimentação do canal em (3), a figura sintetiza a dinâmica sedimentar nos canais entre transporte, deposição, e formação de diques marginais	31
Figura 9 - Corte profundo no solo para estabelecimento do canal artificial.....	32
Figura 10 - Exemplos de diques (A) Dique confeccionado pelo material da vertente (solo) (B) Dique confeccionado por solo e madeira (C) Dique de concreto.....	32
Figura 11 - Descontinuidade do dique por corte de estrada.....	33
Figura 12 - Descaracterização do dique promovida pelo transito de animais (gado) aliada a concentração de fluxos superficiais de água.....	33
Figura 13 - Canal produzido por meio de tronco entalhado para produzir desnível em relação ao solo.....	34
Figura 14 - Canal artificial recoberto por vegetação.....	14
Figura 15 - Canal artificial barrado por queda de vegetação.....	35
Figura 16 - Assinaturas topográficas (diques recentes e antigos)	35
Figura 17 - Canal artificial em interrupção de queimada.....	36
Figura 18 - Modelo de seção de canal artificial simples, sem a presença de dique.....	37
Figura 19 - Modelo de seção de canal artificial com presença de assinaturas topográficas humanas (diques).....	38
Figura 20 - Modelo de seção de canal artificial com corte em rugosidade.....	39
Figura 21- Modelo de seção de canal artificial com entalhamento no perfil.....	40

Figura 22 - Associação das variações de modelos de seção presentes em um canal artificial.....	41
Figura 23 - Esquema exemplo de Multifuncionalidades dos canais artificiais.....	43
Figura 24 - Utilização para dessedentação animal (A, D) Água derivada para canal bebedouro na vertente (B).....	45
Figura 25 - Cultivos direto em canal artificial (1) taioba (2) frutíferas.....	45
Figura 26 - Intervenção no canal para funcionamento da roda d'água.....	46
Figura 27 - Casa de fubá (1) entrada do milho (2) pedra para moer grãos.....	46
Figura 28 - Uso direto canal artificial funções domésticas.....	47
Figura 29 - Tomada de água caminhão tanque no canal artificial.....	47
Figura 30 - Intervenções em canal artificial (A, B e C – criação de peixes) (D - ornamentação e lazer)	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Definição: variáveis geométricas que descrevem a morfologia do canal numa seção transversal	17
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVO GERAL	12
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. METODOLOGIA	12
4. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	14
4.1 – Gênese dos canais antrópicos	14
4.2 – Alterações Antrópicas em canais naturais	16
4.3 – Importância da ciência geográfica no estudo de canais.....	18
4.4 – Propriedades físico-hidráulicas de canais abertos	19
4.5 – Tipologia de canais.....	20
4.6 – Canais artificiais	23
4.7 –Canais artificiais e suas funções	25
4.7.1 – Canais de Navegação	25
4.7.2 – Canais de transposição.....	26
4.7.3 – Canais de drenagem	27
4.7.4 – Canais de irrigação.....	27
4.7.5 – Canais derivados multifuncionais	28
5. RESULTADOS E DISCUSSOES	29
5.1 – Canais artificiais: assinaturas humanas na mudança das paisagens	29
5.3 – Modelos de canais artificiais e sua influência na dinâmica de vertentes.....	37
5.4 – Canais derivados multifuncionais e seus usos.....	41
5.5 – Importância dos Canais artificiais para fixação do homem no campo	48
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
7. REFERENCIAS	52

1. INTRODUÇÃO

A apropriação dos ambientes por meio da ocupação antrópica resulta em mudança nas dinâmicas pré-existentes. Neste contexto, a utilização de recursos hídricos nas diversas atividades humanas promovem alterações na dinâmica hidrológica das bacias com respostas nas formas e processos superficiais e em subsuperfície.

A água está intimamente ligada ao desenvolvimento das civilizações, pois no geral, o processo de povoamento humano se deu as margens de cursos d'água, se configurando como sustentáculos da colonização (MAYS *et al.*, 2007; CONFESSOR, 2019).

A água possui inúmeras utilidades, dentre elas se destacam o consumo humano, dessedentação animal, agricultura, irrigação, produção de energia, uso industrial, navegação, dentre outros. Para seu proveito, alguns de seus usos empregam como forma de condução da água, canais artificiais, visando sua transposição de uma cota altimétrica à outra.

Conforme mencionado por Chow (1959), os canais artificiais, abarcam uma grande funcionalidade, podendo atender todos os usos já mencionados entre outros, sendo de grande relevância para o desenvolvimento humano, como constatado nas atividades atuais e pretéritas das civilizações.

Exemplo antigo desta apropriação hídrica por meio de canais artificiais pode ser observado em cidades de grande relevância para o período em que se fundamentaram, como a Roma antiga, que teve seu grande crescimento após a criação de uma extensa rede de aquedutos, viabilizando o abastecimento de sua população que já contava com números expressivos de habitantes para época (313 a 850 dC) (MAYS *et al.*, 2007).

Desta maneira, canais artificiais são encontrados em diferentes configurações. Sua gênese parte da necessidade local (seja ela por abastecimento, irrigação etc.), porém a forma de sua elaboração é influenciada por alguns fatores, como disponibilidade econômica, tempo e recursos.

De maneira simples, os canais artificiais se configuram como valas abertas no terreno de forma a conduzir o fluido em sua calha, a fim de não utilizar fontes externas de energia, tendo o próprio fluxo capacidade de locomoção por meio do gradiente altimétrico (ROBINSON, 1990). Os canais podem ser elaborados por meio dos próprios recursos locais, do material retirado *in situ*, sem qualquer tipo de retrabalhamento do

mesmo, ou elaborados a partir de materiais providos de outras regiões, caracterizando assim, uma gama variada de configurações de canais artificiais.

Corpos hídricos naturais são encontrados nas partes mais baixas do relevo, visto que a água é regida pela dinâmica hidráulica dos fluidos, com tendência a ocupar as partes mais inferiores. Desta forma, os canais artificiais ocupam na paisagem uma posição não natural, percorrendo caminhos não necessariamente presentes em fundos de vale, se efetivando como derivações do canal natural, podendo o mesmo ser conduzido em diferentes cotas altimétricas nas encostas.

O estudo, portanto, se justifica na necessidade de analisar a repercussão de canais artificiais presentes em bacias, visto que seu conhecimento poderá contribuir com a compreensão de sua dinâmica e como se conectam com a paisagem, permitindo a inserção de iniciativas de manejo sustentável dos recursos naturais que poderão afetar positivamente, de forma direta e indireta, seus usuários.

A alteração em ambientes naturais realizadas por meio da confecção de canais artificiais podem promover mudanças nas dinâmicas locais e adjacências. Sendo assim, conhecer o comportamento destas feições se mostra de extrema importância, uma vez que a alteração do meio natural promove modificações ao longo de toda bacia, especialmente em áreas a jusante das alterações. Desta forma, conhecer os processos envolvidos e suas consequências, possibilita a compreensão do meio físico e suas repercussões nas paisagens.

E por se tratar de uma temática pouco abordada, estudos hidrogeomorfológicos envolvendo canais artificiais se mostram de grande valia, visto que esta dinâmica é pouco conhecida além de possuir uma abordagem nova. A escolha em direcionar o estudo aos canais artificiais se faz mediante a necessidade do preenchimento de lacunas essencialmente sobre os canais derivados multifuncionais com a perspectiva das ações humanas como modificadoras da paisagem, auxiliando assim estudos futuros.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo principal deste trabalho visa caracterizar os diferentes tipos de canais artificiais existentes, buscando identificá-los quanto suas formas e características, com enfoque nos canais multifuncionais e como o mesmo se inserem no ambiente, influenciando a dinâmica natural das vertentes pelas Assinaturas Topográficas Humanas (ATH's), se configurando como uma revisão bibliográfica para pesquisas futuras.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Condensar a teoria sobre os canais artificiais;
- Caracterizar os diferentes tipos de canais artificiais;
- Caracterizar as microfeições antrópicas produzidas pela elaboração do canal;
- Analisar como os canais artificiais (Assinaturas Topográficas Humanas) influem na dinâmica natural das vertentes;
- Identificar os canais derivados multifuncionais, seus usos e formas apontando a importância dos canais multifuncionais na fixação do homem;

3. METODOLOGIA

O estudo foi realizado através de pesquisas bibliográficas, documentais e métodos visuais de registro fotográfico, com abordagem na 'paisagem antropogênica' (Assinaturas Topográficas Humanas- ATH's) (FOLEY, 2005; SILVA, 2018) e tratamento empírico, buscando compreender como as formas superficiais associadas com as intervenções humanas influenciam na dinâmica da vertente.

As pesquisas bibliográficas foram feitas com direção à compreensão e embasamento teórico para um tema tão pouco estudado e disseminado, assim se articulando como fundamentação para pesquisas futuras nas áreas.

Atividades de campo para conhecimento dos canais artificiais, com foco na compreensão dos derivados multifuncionais, e análises no Google Earth para melhor conhecer essa dinâmica dos ambientes naturais, abarcando as vertentes e fundo de vale.

Os resultados das observações são apresentados e discutidos através de modelos gerados e associação fotográfica expondo suas correlações, se tornando um material para investigações posteriores, expondo de modo geral os canais, com atenção nos artificiais, (sua importância, tipologia, necessidades de manutenção, impactos iniciais e estado nas vertentes.)

4. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

A fundamentação teórica do presente estudo foi estruturada em 7 tópicos, a saber: Gênese dos canais antrópicos, alterações antrópicas em canais naturais, importância da ciência geográfica no estudo de canais, propriedades físico-hidráulicas de canais abertos, tipologia de canais, canais artificiais e canais artificiais e suas funções, assim auxiliando na compreensão dos canais de modo geral com apresentação de conceitos, funcionamento, características e relações antrópicas.

4.1 – Gênese dos canais antrópicos

As grandes civilizações surgiram ao longo da história em locais específicos e foram com o tempo se desenvolvendo. Para que as mesmas se estabelecessem e fixassem nesses locais, de modo geral foram necessários dois recursos básicos para seu desenvolvimento, água e terra, seja para fins agrícolas, criação de animais, transporte, auxiliando no controle da produção alimentar (FABER, 1999).

Inicialmente os seres humanos viviam de forma nômade, mudando sempre sua habitação utilizando recursos do local fixado e seguindo sempre em busca de novas provisões. Na região do crescente fértil, atual Iraque e Irã, essa realidade pôde ser alterada, devido a fertilidade das terras e abundância de água na região que subsidiou o processo de sedentarização dos seres humanos (SCHNEIDER, 1950).

Desta forma, foram surgindo as primeiras cidades, sendo os rios de importância fundamental para tal processo. Em locais banhados por grandes rios, e terras férteis subsidiaram as atividades essenciais para o início das primeiras civilizações, como: Civilização Egípcia junto ao rio Nilo; Civilização da Suméria junto aos rios Tigre e Eufrates na Mesopotâmia; Civilização Vale do Indo (Índia) e Civilização do rio Amarelo (China) (Mays *et al.*, 2007).

Com o crescimento das populações, algumas demandas passaram a surgir, como a necessidade de controlar a água, impulsionada pelas necessidades agrícolas, irrigação etc. Segundo Mays *et al.* (2007), durante a Era neolítica (5700 a 3200 AC) há registros dos primeiros esforços bem sucedidos para controle do fluxo da água na Mesopotâmia e no Egito através de canais de irrigação, auxiliando no desenvolvimento do “Crescente Fértil” (VIOLLET, 2010).

Assim, o desvio em grande escala da água teve sua origem provável na antiga Mesopotâmia, foi nesse momento em que a água pode ser transportada por longas distâncias, desviando o fluxo natural de canais fluviais, através de valas ou canais artificiais e gradativamente construindo aquedutos, cisternas ou cavando poços (Phillips, 1972). Assim, foi possível adequar-se a situações de escassez ou inundações, com a construção de aquedutos e represas. Intervenções precedentes dos homens levaram a Mesopotâmia, a partir de pequenas vilas isoladas a formação de grandes impérios, com a expansão da produção agrícola, advinda da construção de represas, canais de irrigação e regos (FONSECA, 2004).

Os aquedutos romanos abarcavam canais e tubos abertos, elaborados de pedra cortada, revestidos de argila, e o mais comum construído de conduíte de alvenaria, destaca-se dois tipos antigos de tubulações para o transporte de água: aberta e fechada (Figura 1) (ANGELAKIS; KOUTSOYIANNIS, 2003). Já os egípcios, com construções de diques controlavam a vazão e os níveis das cheias do rio Nilo não só armazenando como inicialmente, a fim de reter água para agricultura, consumo humano, entre outras atividades (FABER, 1999). Há registros da presença de canais artificiais também no Peru antigo, podendo ser encontrados vestígios dos mesmo até hoje na Cordilheira dos Andes (GUTIERREZ, 2013).



Figura 1- Segmentos de tubos para aquedutos colocados em um canal (a e b). Conduítes abertos (c) Conduítes fechados (d)

Fonte: A. N. Angelakis 1996/ Fonte: G. Karadedos, 2000

Assim, os corpos d'água, tanto hoje como no passado, são alvos de obras de engenharia (diques, canais, barragens, pontes, mudanças artificiais de leito, entre outros), refletindo na história dos lugares, marcando episódios e explicando mudanças nas dinâmicas sociais, econômicas, ambientais e de saúde de cada momento da existência humana. A disseminação dos canais, deste modo são agentes esculpadores dos processos evolutivos das paisagens, e desde então vem se configurando como assinaturas topográficas humanas.

4.2 – Alterações Antrópicas em canais naturais

O papel humano na mudança dos canais naturais vem ocorrendo há mais de 4000 mil anos, contudo somente recentemente esse tópico vem sendo abordado nos estudos científicos, buscando respostas de quais e como essas mudanças foram ocorrendo, para que este conhecimento seja suporte na gestão dos canais. (GREGORY, 2006)

O espaço geográfico experimenta inúmeras mudanças procedentes das ações antropogênicas. Estas ações geram formas antropogênicas que atuam de forma a contar uma história local, sobre escala temporal histórica, influenciando também nos processos evolutivos da paisagem (BÖHM, 1990; GIREL, 1994; CABOURET, 1999; LEIBUNDGUT; KOHN, 2014).

As atividades humanas e suas consequências nos canais como já mencionado anteriormente (barragens, canalização e desvios) são reconhecidas e estudos há tempos por autores como Marsh (1864) e Thomas (1956) apud Gregory (2006). Outros autores como Strahler (1956); Wolman (1967) e Schumm (1969), trazem suas contribuições em efeitos indiretos e pontuais que ocorrem na bacia hidrográfica.

As diversas alterações antrópicas tem modificado os processos naturais pré-existentes na natureza, Pires *et al.*, (2012) acrescenta que a expansão urbana tem ocasionado pressões ao meio físico. Neste contexto, intervenções antropogênicas de larga escala podem desencadear o desaparecimento de drenagens através de canalizações, terraplanagem, sendo a expressão do natural e o artificial exercendo forte influência aos ambientes fluviais (JORGE, 2011; CUNHA, 2013).

Segundo Botelho (2011), as bacias quando ocupadas pela urbanização populacional são denominadas de bacias hidrográficas urbanas, os canais fluviais pertencentes a essas bacias são afetados por essa urbanização, sendo retificados,

canalizados, etc. Desta forma, é necessário que até mesmo as obras de infraestrutura levem os canais em consideração, para uma melhor gestão e futuros acontecimentos.

Segundo Gregory (2006), a mudança dos rios é mais evidente, na seção transversal do canal, onde nota-se alterações de tamanho, composição e forma. Na Figura 2, e no Quadro 1 podemos observar os principais elementos geométricos e suas descrições na morfologia do canal numa seção transversal (RICHARDS, 1982; WESTERN *et al.*, 1997).

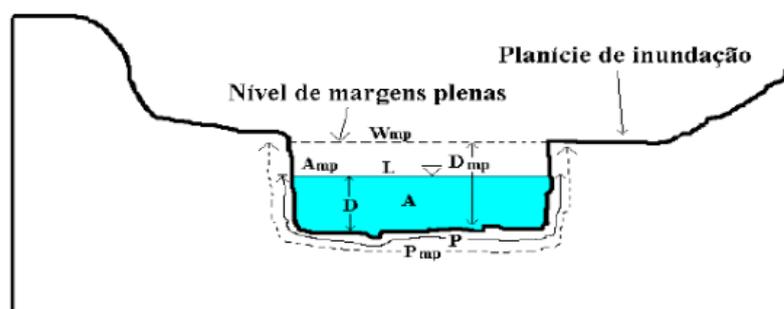


Figura 2- Variáveis morfológicas presentes na seção transversal com exagero vertical
Fonte: Fernandez (2004)

Variável	Símbolo	Definição	Observações	Unidade
Referência: nível d'água				
Largura superficial	W		Comprimento da linha horizontal da área molhada.	Metros
Profundidade média do fluxo	D	$(\sum D_i)/n$	Di são valores da profundidade do fluxo obtidos ao longo da seção transversal e n o número de medições.	Metros
Área molhada	A	W . D	Área da seção transversal ocupada pela água.	Metros ²
Perímetro molhado	P		Comprimento da linha de contato entre a superfície molhada e o leito.	Metros
Raio hidráulico	Rh	A/P	Quociente da área molhada pelo perímetro molhado.	Metros
Declividade da linha d'água	S		Declividade da linha d'água no sentido longitudinal em metros por metros	Metros
Referência: cota do nível de margens plenas				
Largura do canal	Wmp		Wmp é medida em nível de margens plenas.	Metros
Profundidade média do canal	Dmp	$(\sum D_i)/n$	Di são valores de profundidade do canal medidos com referência ao nível de margens plenas e n o número de medições.	Metros
Área da seção transversal	Amp	$W_{mp} \cdot D_{mp}$	Amp indica a área da seção transversal em nível de margens plenas.	Metros ²
Perímetro do canal	Pmp		Comprimento do leito ao longo da seção transversal, medido abaixo do nível de margens plenas.	Metros
Raio hidráulico	Rhmp	Amp/Pmp	Quociente da área da seção de margens plenas pelo perímetro em nível de margens plenas.	Metros

Quadro 1- Definição: variáveis geométricas que descrevem a morfologia do canal numa seção transversal Fonte: Fernandez, 2004

Alguns desafios são considerados e persistem na análise sociedade/natureza, principalmente se tratando do papel do homem em relação a mudança de canal dos rios. Gregory (2006), traz quatro pontos a serem elucidados, inicialmente é importante destacar que a previsão da natureza e as mudanças que nela ocorrem não é exata, como por exemplo os contrastes dos sistemas úmidos e áridos, necessitando de uma modelagem para diminuir dúvidas (BURKHAM, 1981).

Segundo, é necessário considerar que as mudanças agora evidenciadas podem ter sido iniciadas em diferentes condições ambientais completando o exposto acima, e os efeitos dessa relação podem ter consequências no alcance, rede e escalas de canal. Considerando nesses casos também as mudanças climáticas globais, afetando a sensibilidade e respostas do canal.

Terceiro, a morfologia do canal, que é essencial para sua compreensão e processos de restauração, implicando em quarto lugar a compreensão das diferentes culturas, e restrições legais presentes (GREGORY, 2006).

Mediante essas apresentações os pesquisadores da área tentam entender a escala pós-regulamentação para melhor utilizar seus resultados em planejamento de obras de restauração (BROOKS e BRIERLEY, 2004; RINALDI *et al.*, 2013).

4.3 – Importância da ciência geográfica no estudo de canais

A ciência geográfica abarca consigo uma vasta área do conhecimento, cabendo a ela o papel de analisar as relações Sociedade e Natureza, procurando se tornar uma ciência ambiental atenta as demandas de utilização e reabilitação dos espaços (MENDONÇA, 2010).

É oportuno lembrar ainda, que para a geografia "A paisagem é um conjunto de formas que, num dado momento, exprime as heranças que representam as sucessivas relações localizadas entre homem e natureza" (SANTOS, 2002, p.103), ou seja, o resultado desta interação.

Para Foley *et al.*, (2005), a formação de paisagens antropogênicas carecem atenção pela relação homem/relevo, são considerados estudos recentes, com abordagens recorrentes em estudos hidrogeomorfológicos e antropogeomorfométricos (GOUDIE, 2004).

Dentro da Geografia, áreas de conhecimento como a Geomorfologia podem fornecer ferramentas para interpretação da dinâmica hídrica. Em Geomorfologia Fluvial destaca-se os estudos específicos do funcionamento dos leitos dos rios, formas decorrentes do escoamento das águas, clima, geologia, hidrologia (CUNHA, 1995; CHRISTOFOLETTI, 1980), acrescentando transportes, deposições de sedimentos, movimentos das águas, etc. (GOUDIE, 2004).

A geomorfologia ao estudar o relevo e os processos responsáveis por sua formação (GUERRA, 2003) estudando também a interconexão entre as formas de superfície e águas superficiais podem contribuir para estudos com canais artificiais (GOUDIE, 2004). Por meio destes estudos, a Geografia pode fornecer subsídios necessários para inserção dos canais artificiais abertos nos estudos geomorfológicos.

4.4 – Propriedades físico-hidráulicas de canais abertos

O termo canais abertos é apresentado por Ven Te Chow (1959), retratando os canais quanto suas classificações, funções, formas, medições, cálculos de hidráulica, energia e fluxo. Envolvendo teoria e prática, a hidráulica de canal aberto lida diretamente com fluxos e suas estruturas relacionadas (SHEN e YEN, 1984).

No viés dinâmico, o canal objeto de estudo da hidráulica clássica, representa o que o fluxo se apresenta pela ação direta da gravidade, seguindo o sentido literal “descendo a ladeira” conduzido a direção da encosta acometida pelo peso da água. Assim, fazendo analogia com os rios, os canais fluviais na hidráulica tradicional são entendidos como os canais inclinados (MELO, 1998).

O fluxo de canais abertos deve ter uma superfície livre, e essa superfície fica sempre sujeita a pressão atmosférica. Classificado de acordo com sua origem, o canal pode ser natural ou artificial. Os naturais incluem todos que existem naturalmente, diferenciando em formas e tamanhos, incluindo pequenos riachos nas encostas, córregos, rios entre outros (CHOW, 1959).

Os canais naturais em suas propriedades hidráulicas são geralmente irregulares, necessitando tratamento analítico e hidráulica teórica, seu fluxo requer conhecimentos de outras áreas de estudo, tais como hidrologia, geomorfologia, hidráulica fluvial, transporte de sedimentos, etc.

Os artificiais são aqueles construídos ou desenvolvidos pelo interesse humano Chow (1959), tais como: canais de navegação, canais de irrigação, de energia, vertedouros, valas de drenagem, calha canal, transposição, canais modelos para testes, que serão tratados no item 4.7, e ainda os canais derivados multifuncionais (SILVA, RODRIGUES, 2015; SILVA, 2018). As aplicações de propriedades teóricas hidráulicas nesses canais provavelmente produzirão resultados mais próximos das condições reais (CHOW, 1959).

Sob tal enfoque, sintetizando os condutos livres, incluem os naturais e os artificiais no qual a força da gravidade impele a água pelo sulco com a ajuda da pressão atmosférica. Em relação a distribuição da velocidade de um canal em sua sessão transversal, segundo Gutierrez (2013), em geral vai depender principalmente da forma da seção transversal, rugosidade da fronteira e inclinação, observada na Figura 3.

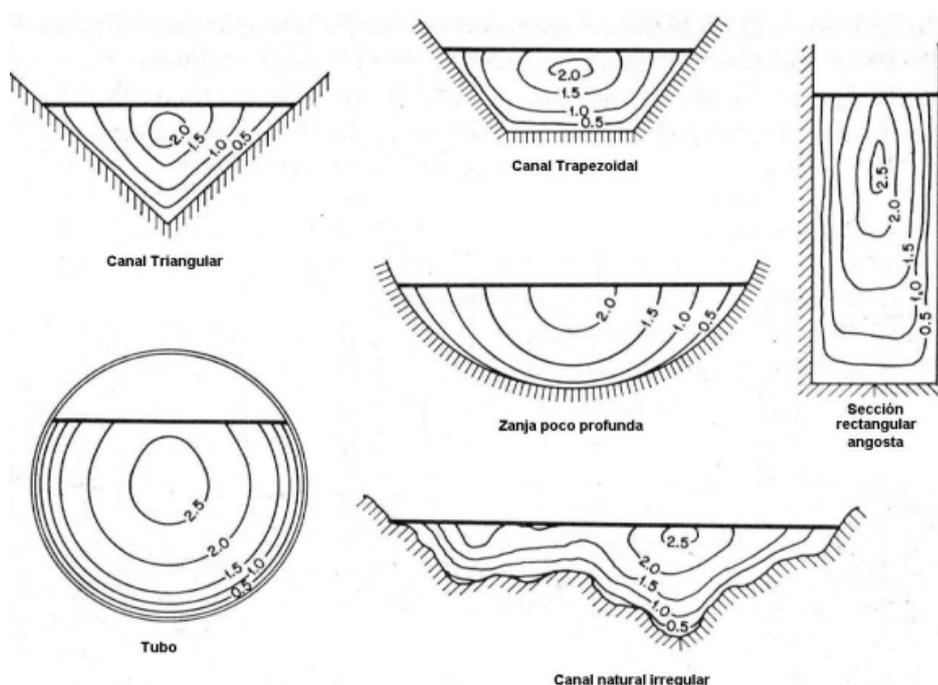


Figura 3 - Distribuição de velocidade em um canal aberto em diferentes formatos de seção transversal

Fonte: Gutierrez, 2013

4.5 – Tipologia de canais

Um elemento fisiográfico que interage com os diferentes ambientes presentes nas bacias hidrográficas são os canais fluviais (CORRÊA e FONSÊCA, 2010). Estes canais têm grande relevância na compreensão da esculturação do relevo, uma vez que sua

arquitetura e geometria podem dar subsídios ao entendimento da evolução geomorfológica, sendo indicador sensível às alterações das paisagens recentes e pretéritas.

Isto posto, as dinâmicas de canais fluviais já são bem discutidas, tendo grandes referências de pesquisadores que fizeram importantes contribuições, como: Strahler (1958), Wolman (1967), Schumm (1969).

Entretanto, apesar de estudos de canais fluviais se mostrar consolidado, é possível observar na literatura uma gama menor de enfoques sobre o objeto de estudo deste trabalho (canais artificiais). Silva (2018), reuniu em seus estudos autores que trabalharam a temática de canais, sendo possível identificar suas diferentes características, podendo ser distribuídos em diferentes grupos, como: Canal Natural sem Intervenções (MONTGOMERY, 1999; IMAIZUMI *et al.*, 2010; DOLLAR, 2004; HARDY, 2006; STOTT, 2010); Canal Degradado (SHELLBERG *et al.*, 2012; GREENE; KANOX, 2014). Canal Artificializado (OLSON, 2011; ALMEIDA e CARVALHO, 2010; STANFORD *et al.*, 1996). Canal em reabilitação (BORG, 2007; MCBRIDE *et al.*, 2008 CAMPANA *etn al.*, 2014). E por fim, Canal Artificial (SHAACK, 1986; KHAIR, 1991; MURRAY-RUST e VANDER VELDE, 1994), consistindo este como o objeto de estudo deste trabalho, porém ainda observamos uma ausência de estudos no âmbito deste tipo de canal, sendo o mesmo muitas vezes desconsiderado em estudos geográficos, de planejamento entre outros, surgindo então a necessidade de maior contribuição sobre a temática.

Canal artificializado: A princípio, se considera que todos os tipos de intervenções, nos canais naturais, são degradantes de seu estado original, os tornando artificializados. Contudo, é necessário distinguir se o impacto é consequente de ações desvinculadas de planejamentos (degradação) ou se as intervenções foram realizadas para que suas novas configurações atendam demandas planejadas (artificialização) Silva (2018, p.40).

Os artificiais, como o próprio nome já menciona não existem naturalmente sendo construídos para determinada função. De acordo com Silva (2018, p.40-41).

Estes canais são construídos fora do fundo de vale, alterando dinâmicas tanto dos sistemas hidrológicos, quanto dos processos nas encostas. Se abandonados tendem a perder seu papel, desaparecendo frente às pressões pelo retorno das condições naturais.

Na categoria canais artificiais temos de acordo com Silva (2018), sobre o ponto de vista dos atributos hidráulicos diversas condições a qual os canais estão acometidos, que podem gerar impactos em suas formas e suas imediações, sendo:

A estrutura de entrada, ou seja, como a captação de água ocorrerá, pois de acordo com Silva (2018), essa entrada pode afetar a fauna nos canais naturais e artificiais, podendo esses ambientes artificiais se tornar ambientes ecossistêmicos paralelos a vida presente mediante condições químicas e físicas próximas dos naturais. Essa captação pode suceder através de sifões, comportas e divisores que afetam a conservação do fluxo e são acometidas a questões técnicas (COSTA, 2004; COSTA, 2006; CLEMMENS, SCHUHRMANS, 2004; SHIH *et al*, 2011).

A superfície e forma do canal, de acordo com Einstein (1956), Chow (1959) e Rodrigues e Souza (1991) operam sob o design do canal interferindo na efetividade de seu transporte e comportamento. Esses fatores atuam na maneira que a água irá interagir com a superfície e sua velocidade (que são definidas pela inclinação e rugosidade do canal) ainda considerando a infiltração e exfiltração (de drenagem ou transporte) o próprio deve ser implementado evitando transbordamentos (JAMES,1993; KOUCHAKZADEH; MARASHI, 2005).

O fluxo de origem, podendo ser advindo através de dois modos, drenagem ou transposição, na drenagem a retirada de água se efetiva de determinada área (ROBINSON, 1990) e na transposição desviando de um rio ou reservatório (ISAPOOR *et al.*, 2011), assim, as entradas de água dependem de sua fonte, sendo a disponibilidade e sedimentos advindos das mesmas.

É importante também considerar eventos anômalos, como os abordados por Silva (2018), “interrupções de fluxos, rompimento das calhas, sobrecargas, fissuras, captações não previstas, proliferação de ervas daninhas, conexões com os escoamentos das vertentes, desenvolvimento de formas erosivas, entre outros (...) p. 44” podendo nestas situações comprometer seu desempenho (LUNA, 2013). Essas situações citadas modificam difusão de fluxos, sedimentação e velocidades levando ainda a possíveis desequilíbrios ao ambiente.

4.6 – Canais artificiais

É comum em muitas propriedades rurais principalmente em ambientes de Cerrado encontrar construções de pequenas barragens para derivações de água, conhecidas popularmente como “regos d’água” sendo muito utilizados para inúmeras funções, desde questões agrícolas, pecuária, à utilização humana. Essas estruturas desempenham importante papel, sendo muitas vezes ignoradas pelos pesquisadores em seus estudos, ou ainda, em alguns casos recebendo a designação equivocada de canais naturais.

Os canais artificiais tem sua seção transversal e rugosidade determinada e continua, podendo ser revestidos ou não, em geral suas águas transportadas são limpas e regime frequente (LUNA 2013). Havendo ainda casos em que seu regime diminui na escassez de chuvas.

Conforme Silva (2018), “É válido considerar que existem basicamente dois tipos de canais artificiais: os de transposição, levando fluxos para um determinado serviço, e os de drenagem retirando fluxos de uma área onde são considerados excedentes;” p. 43, representada na Figura 4, as formas de deslocamento da água com atenção nos artificiais.

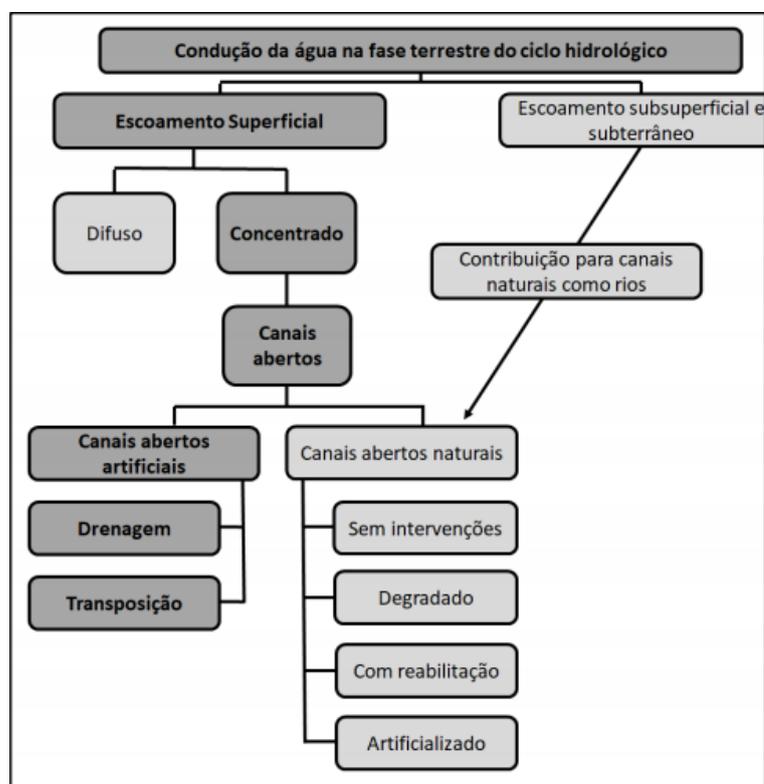


Figura 4- Formas de deslocamento da água
Fonte: Silva, 2018

Em pesquisas sobre a temática, percebe-se que os trabalhos são voltados as mais diversas finalidades principalmente com o olhar econômico e técnico não correspondendo ao estudo geomorfológico em questão, como constatado também por Silva (2018), a ausência do enfoque socioambiental e suas repercussões.

Objeto de estudo de várias áreas científicas, os canais artificiais podem ser caracterizados como condutores de fluxos (SILVA e RODRIGUES, 2016) e nas regiões de vertentes sua presença impacta no processo de deposição sedimentar através do acúmulo de matéria mineral ou orgânica e no escoamento superficial direcionando e concentrando fluidos, levando em conta a inclinação, pressão atmosférica, gravidade e contato com o ar (CHOW, 1959). Sendo assim, promovem alterações na paisagem, demandando melhor conhecimento sobre os impactos que os mesmos causam (STANFORD *et al.*, 1996).

Christofoletti (1974) expõe que os canais fluviais tem seu volume de água relativo a fatores como precipitação, drenagem subterrânea, condições de infiltração e outros. Diferindo entre si em volume de: vazão, forma do canal, carga sedimentar, declividade e velocidade do fluxo (SOUZA *et al.*, 2010; OLIVEIRA, 2010 e REIS *et al.*, 2013). Com base nisso, se tem a necessidade de conhecer essa dinâmica nos canais artificiais, sua interação com os naturais, e o ambiente onde se insere.

Tratando de canais artificiais, os mesmos podem ser distribuídos de acordo com seus usos, podendo ser intitulados de Canais Derivados Multifuncionais, muitas vezes passando despercebidos em estudos em bacias. Quanto a consideração do termo, não raro, são encontrados trabalhos com perspectivas que se diferem das multifuncionalidades, se equivocando quanto sua utilização. Elegendo assim, um uso quanto aos canais específico, tais como: irrigação, navegação, transposição e drenagem. A preocupação com questões ambientais muitas vezes excluída, dá lugar a uma abordagem técnica e de irrigação.

Quanto a sua forma, segundo Silva (2018), “É comum encontrar canais naturais, em condição artificializada, nomeados como artificiais. Contudo, para estudos e projetos, é pertinente definir como artificiais os canais que, não existindo naturalmente, foram construídos para algum serviço.” (SILVA, 2018, p. 40- 41).

Desta forma, conforme corroborado por Silva (2018), devido à baixa literatura envolvendo canais artificiais em estudos hidrogeomorfológicos, a literatura se mostra incipiente, cabendo novas pesquisas sobre a temática para gerar maior visibilidade sobre um objeto que pode ter grande repercussão na paisagem.

Sendo assim, analisar o relevo em sua plenitude, e seus componentes naturais ou não, além de elucidar questões de seu funcionamento, fornece bases essenciais ao planejamento (MARQUES, 2009), correlacionando as necessidades com as potencialidades expostas, reduzindo os impactos ao meio.

4.7 – Canais artificiais e suas funções

Em se tratando dos canais artificiais, discutiremos a seguir os exemplos conhecidos, apresentando estudos relacionados e dando sustentação a ideia central da pesquisa da importância do conhecimento do objeto de estudo. É apresentado brevemente os canais multifuncionais, sendo mais discutido posteriormente ao longo do trabalho.

4.7.1 – Canais de Navegação

Os canais de Navegação possuem grande importância para a economia, são utilizados para movimentação do comércio, segurança, transporte e recreação. Paralelos aos canais naturais são habitualmente analisados nos manuais de gestão territorial e manuais técnicos de navegação.

Alguns estudos analisam e dão recomendações ao desenvolvimento de técnicas de engenharia para uma melhor segurança na navegação, como visto em Rosati e Kraus (2009). Já Gray *et al.* (2003) com sugestões na logística das embarcações nos canais de navegação e propostas de alternativas nas mudanças morfológicas que podem ocorrer.

Em relação aos materiais retirados destes canais, existem poucos estudos que abordam o destino dado aos mesmos e suas repercussões. Porém Bennion e Manny (2011), relatam a construção desses canais e algumas consequências ambientais que puderam ser observadas nos habitats, alterando a morfologia do canal e a dinâmica do fluxo entre elas, podemos destacar dragagens em larga escala e eliminação dos resíduos da mesma, causando assim danos ecológicos.

Igrecias (2009), através de amostras analisadas trimestrais, pesquisou a qualidade de água do Canal de Pereira Barreto e verificou alterações significativas acentuadas nos períodos chuvoso e seco. Enfatizando a importância de estudos desses canais e a capacidade de alteração ambiental.

4.7.2 – Canais de transposição

No Brasil os canais de transposição são corriqueiramente estudados, como observado pelos autores (SOUZA e RIBEIRO 2004; FILHO e BUCKUP, 2005; NEVES e CARDOSO, 2009) principalmente em termos de pesquisas de engenharia, disponibilidade hídrica, conhecimentos socioeconômicos, ictiofauna, e salinização dos solos (como ocorreu na região Asiática, NEVES e CARDOSO, 2009). No que diz respeito a elaboração de manuais, para a realização dessas obras é comum encontrar falhas em alguns aspectos de seus efeitos nas paisagens.

Os projetos de transposição dos rios podem alcançar outras bacias, e são geralmente implantados para atendimentos industriais, urbanos, rurais, irrigação. Examinando experiências internacionais, observa-se que essas intervenções tem boa capacidade de gerar capital ao país, sendo importante se atentar aos erros de condução dos projetos. Estas práticas são encontradas em países como: África do Sul, Egito, Equador, Peru, China, Espanha, México, Estados Unidos, Canadá, Líbia, Índia, Argentina, Paquistão, Brasil e outros (NEVES e CARDOSO, 2009).

No que tende ao aspecto socioambiental, Mello (2008) busca entender a real necessidade de ações de transposições de rios. E Henkes (2014, p.498) sobre a transposição do rio São Francisco observa que:

Não obstante, os impactos, danos e riscos ambientais (sociedade e natureza) foram minimizados ou desconsiderados pelo Governo Federal (Presidência da República, Secretarias, Ibama, ANA, MIN etc.) e, em especial, no Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA). Muitos estudos e, inclusive, o RIMA atestam que a obra ocasionará a perda e a extinção de espécies da flora e fauna, interferências em espaços protegidos, aumento e/ou aparecimento de doenças, acidentes com a população, ruptura de relações sociocomunitárias, introdução de riscos e tensões sociais, portanto, acenando para a sua insustentabilidade etc.

Assim, sobre a transposição do São Francisco, Castro (2011) e o Relatório de Impacto Ambiental (2004), analisaram os processos envolvidos na mesma com foco no desenvolvimento de erosões e mudanças hidrossedimentológicas.

4.7.3 – Canais de drenagem

Ao analisarmos pesquisas referentes, podemos encontrar estudos com canais de drenagem em relação a sua hidrologia (BEVEN, 1989), relações com episódios de cheia, estudos sobre seus impactos (ROBINSON, 1980), sistemas de dispersão dos fluxos em vias não pavimentadas Cunha *et al.*, (2013) e estudos sobre manuais e técnicas para manutenção de valas a fim de reduzir erosões e continuação do transporte de água.

O aumento da vazão na rede de drenagem é muitas vezes acometido pelo traçado das estradas (CUNHA, *et al.* 2013). Assim, alguns pesquisadores como Willians (1990), estudam projetos tradicionais (método padrão de controle de inundação - canalização tornando o fluxo natural em uma seção transversal uniforme do canal) e suas falhas, afim de propor uma abordagem multiobjetiva incluindo variação do fluxo, cargas de sedimento e mudanças na configuração do canal. O mesmo autor comenta ainda que em áreas mais propensas a enchentes sejam propostos a construção de canais de inundação.

Já Wong e Kondolf (2012) apresentaram os impasses possíveis encontrados no ajuste de canais de controle de cheia, relacionando suas análises aos custos de manutenção e operação, afim de apresentar melhorias contra inundações, planície de inundação e deterioração do ecossistema, frisando a importância de considerar aspectos geomorfológicos, sobretudo a sedimentação.

Para Abdel-dayem e El-safty (1993), as conexões dos canais naturais com os drenos apresenta mudanças expressivas onde nos períodos de seca observa-se diminuição da disponibilidade hídrica, e nos períodos com maior pluviosidade decorre de capacidades remanescentes. O estudo dos drenos agrícolas estão à frente de estudos de outros canais artificiais em termos hidrogeomorfológicos, admitindo também seu papel de modificador de alteração da circulação superficial afetando as formas superficiais (ROBINSON, 1990).

4.7.4 – Canais de irrigação

Os estudos relacionados aos canais de irrigação salientam: origem dos canais de irrigação (GUTIERREZ, 2013), projetos de irrigação (TESTEZLAF, 2017; JAMES, 1993), modelos de derivação da água em canais de irrigação (COSTA, 2004) e tem como foco melhorias no desempenho hidráulico, deslocamento e distribuição da água, viabilidade econômica e formas de diminuir rompimentos e perdas por infiltração (SHAACK, 1986; PAUDYAI *et al.*, 1991; SNELL, 2001; SMITH; GILLIES, 2010).

Em países como Estados Unidos e Canada há numerosas interferências de canais de irrigação em seus cursos d'água e segundo Neves e Cardoso (2009) nos Estados Unidos “mais de 22 milhões de ha de terra, beneficiam-se com a irrigação artificial.”

Gillies (2010), trata sobre os impactos no desempenho da irrigação por sulco, sua variante temporal e alterabilidade espacial, tendo como resultado a possibilidade de minimização das variabilidades nas vazões. Sobre o monitoramento das vazões encontramos trabalhos de (BHUTTA; VAN DER VELDE, 1992; REPLOGLE 1997; KOUCHAKZADEH; MARASHI, 2005; WAHL *et al.*, 2005).

Estudos desta natureza possibilitam inúmeras melhorias nesta prática, visto que um bom funcionamento na captação de água é essencial para potencialização das quantidades disponíveis. (WOLTERS *et al.*, 1987; RIJO; PEREIRA, 1987; RENAULT, 1988; MURRAYRUST; VANDER VELDE, 1994). Outros autores estudam as vazões e depósitos sedimentares com o intuito de melhorar os problemas advindos de assoreamentos e fatores de alteração no volume e velocidade da água. (BAKRY, 1992; LAWRENCE, ATKINSON, 1998; DEPEWEG, MENDEZ, 2002).

Conclui-se ainda estudos da função ecológica dos canais, em relação ao ecossistema como forma de habitats, essas reflexões geram em comunhão com os expostos uma melhor compreensão do todo (ODUM; ODUM, 2003; SHIH *et al.*, 2011). A questão de qualidade também vem sendo investigada, visto no exemplo do Peru, onde não houve elaboração do plano de irrigação e cultivo, ocasionando alta turbidez e acúmulo de sedimentos no rio Santa (ANDRADE, 2002).

4.7.5 – Canais derivados multifuncionais

Em relação aos estudos desses canais, constata-se a carência de pesquisas, e quando encontradas possuem abordagens primordialmente de irrigação (RAINA e DANGA, 2010), ou tratamentos culturais (HILL, 2014), e sociais (SCHMIDT, 2008), enquanto na realidade possuem inúmeras funções (SILVA; ALLAN SILVA, 2012).

Os canais multifuncionais são encontrados não só no Brasil mas também em países como Portugal (SILVA *et al.*, 2017) Argentina (CONTICELLO *et al.*, 2002), Índia (DUTT *et al.*, 2010) entre outros, muitas vezes são confundidos com sulcos de irrigação porém desenvolvem inúmeras funções como (irrigação, dessedentação, abastecimento, piscicultura, uso direto, etc.).

5. RESULTADOS E DISCUSSOES

5.1 – Canais artificiais: assinaturas humanas na mudança das paisagens

A morfologia dos canais artificiais é dada por diversos aspectos. Contudo um dos principais condicionantes é a geomorfologia expressa em cada vertente. São os detalhes das microformas de relevo e as necessidades de uso que ditam o posicionamento do mesmo.

Os canais artificiais tem gênese a partir do canal natural, que se encontra no fundo de vale. O ponto inicial do canal artificial se efetiva a partir da derivação do natural, por meio de um barramento construído em sua seção (Figura 5), produzindo o acúmulo de água e causando a elevação do fluxo, gerando um maior gradiente altimétrico permitindo assim a retirada de água pelo canal artificial por meio do exutório do barramento. São encontrados diferentes tipos de barramentos, desde pequenos constituídos de lonas, pedras à represamentos.



Figura 5- Ponto de derivação canal artificial
Fonte: elaborado pelo autor

Isto posto, podemos visualizar no modelo (Figura 6) o funcionamento da derivação, onde encontramos a representação do barramento (A), no qual dá gênese ao canal artificial. Partindo do barramento, tem se a divisão dos canais, sendo o natural (B) e o artificial (C). Inicialmente o canal artificial acompanha lateralmente o natural, seguindo em proximidade na mesma vertente.

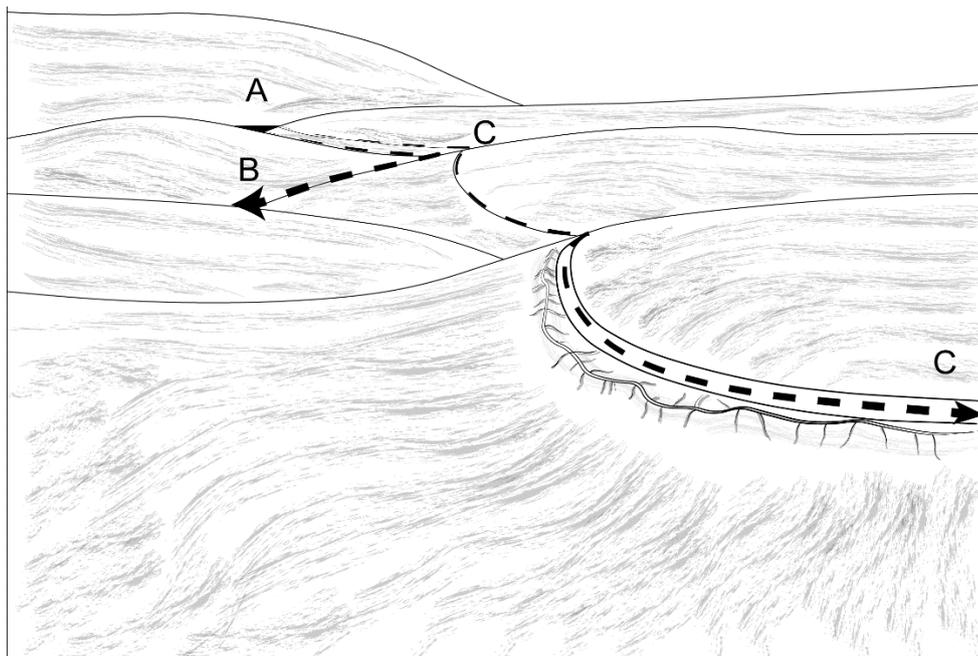


Figura 6- Condicionamento do fluxo do canal artificial (antrópico)
Fonte: elaborado pelo autor

Entretanto, de acordo com as formas das vertentes, o canal artificial pode seguir direções distintas do natural, podendo extrapolar outras bacias hidrográficas. Como visto na Figura 7, o canal se efetiva no interflúvio, (seta amarela) ao contrário do natural que se encontra no fundo de vale. Por se localizar no divisor topográfico, a água pode ser distribuída para outras vertentes e em alguns casos outras bacias (seta vermelha).



Figura 7- Serra da Canastra canal localizado no divisor topográfico (1), setas amarelas demonstram o percurso do canal na vertente, setas vermelhas indicam a derivação do canal artificial para outra bacia.

Fonte: elaborado pelo autor

5.2 – Assinaturas topográficas humanas (ATH'S)

Obras em corpos d'água como diques, aquedutos, barramentos, drenos, entre outras expressam como os sistemas de drenagem vem evoluindo desde a antiguidade, e persistem na paisagem de diversas formas e funções. Essas obras são capazes de influir na conectividade hidrológica (CROKE *et al.*, 2005) e são exemplos manifestos das variações entre o humano e o natural, podendo ser incluídos como ATH's, abordadas principalmente em Tarolli e Sofia (2016) e Silva (2018).

Silva (2018), apresenta as ATH's em suma, em uma ordem das ocorrências das alterações: Inicialmente os barramentos alterando a circulação e velocidade da água, diques antrópicos como principal (ATH's) ocasionados pelas limpezas nos canais podendo originar também diques duplos (Figura 8), consolidando assim as ATH's.

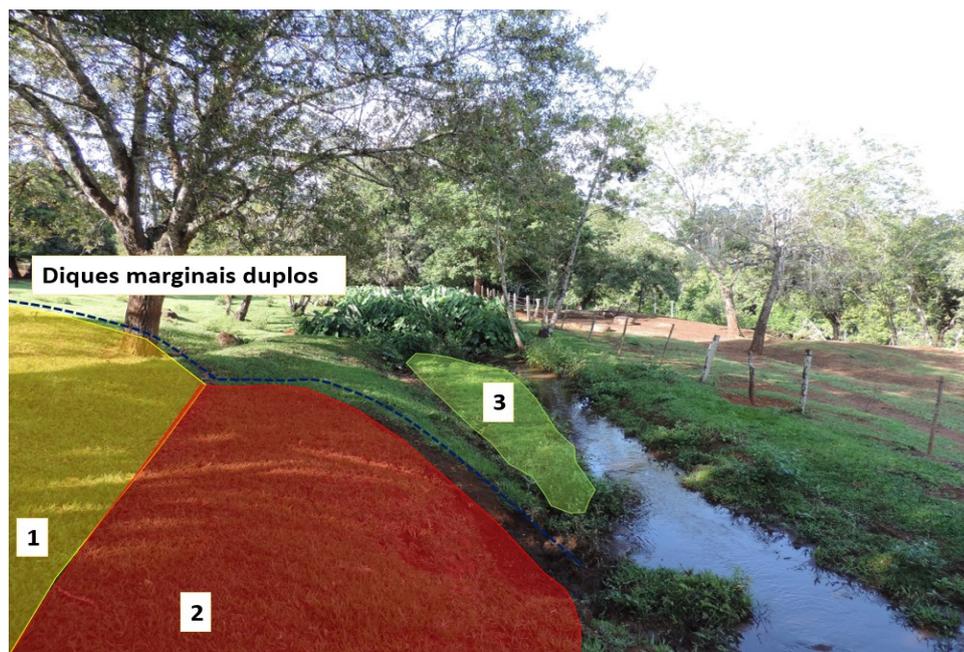


Figura 8- Diques duplos: Observa-se também uma sedimentação do canal em (3). A figura sintetiza a dinâmica sedimentar nos canais entre transporte, deposição, e formação de diques marginais. Fonte: elaborado pelo autor

Os diques antrópicos, barramentos, desta forma para o estudo se estabelecessem como principais (ATH's). São redirecionadores de fluxos e sedimentos, influenciando nas vertentes onde são estabelecidos, e nas vazões do canal, esta dinâmica é observada (Figura 9) onde o canal artificial corta a estrada (C) e tem seu curso aprofundado no terreno.



Figura 9- Corte profundo no solo para estabelecimento do canal artificial. Fonte: elaborado pelo autor

As ATH's podem ser de diferentes materiais, a depender das necessidades, disposição de materiais e poder econômico. Desta forma, a composição do canal pode se efetivar de diversas formas (Figura 10). Os diques podem ser feitos com remoções do solo *in situ* (A), ou outros materiais como madeira (B) e concreto (C). Outro ponto importante de mencionar, são os pontos onde o canal aberto artificial passa a ser conduzido de forma fechada (canalizado), reaparecendo na paisagem em outros pontos, sendo estes alguns exemplos de sua forma nas vertentes.



Figura 10- Exemplos de diques. (A) Dique confeccionado pelo material da vertente (solo) (B) Dique confeccionado por solo e madeira (C) Dique de concreto Fonte: elaborado pelo autor

As ATH's por vezes são desconstruídas por processos naturais, chuvas, ou até mesmo pela condução do próprio canal. A presença de estradas também pode afetar na configuração dos canais, como visto na Figura 11, o corte do dique (B) para passagem da estrada (A e C) sobre o canal (D).



Figura 11- Descontinuidade do dique por corte de estrada. Fonte: elaborado pelo autor

Verifica-se também, as alterações provocadas pelo gado nas assinaturas (Figura 12), onde o pisoteio constante desses animais, seja para utilização da água na dessedentação ou apenas passagem, pode ocasionar o desmoronamento das margens, implicando maior manutenção, podendo levar a desconfiguração das ATH's.



Figura 12- Descaracterização do dique promovida pelo trânsito de animais (gado) aliada a concentração de fluxos superficiais de água. Fonte: elaborado pelo autor

As variadas formas que o canal pode ocorrer é reflexo de temporalidades, sendo possível observar como a presença de certos materiais são explicados pelo tempo em que foram usados, como no caso da disponibilidade e acesso de tecnologias, com tubos de plástico (cano). Sendo assim adaptações de cada período são encontradas ao longo dos trechos dos canais, como formas de conduzir essa água, trocando os tubos por troncos de madeira, como visto na figura, (solução encontrada na época.)



Figura 13- Canal produzido por meio de tronco entalhado para produzir desnível em relação ao solo. Fonte: Autor

Em relação a vegetação presente nos canais artificiais é requerido limpeza regular evitando o assoreamento do mesmo, sendo encontrados canais onde a vegetação encobriu o canal (Figura 14) levando em alguns casos seu desaparecimento acometido pelas pressões naturais.



Figura 14- Canal artificial recoberto por vegetação. Fonte: elaborado pelo autor

Desta forma, limpezas periódicas nesses canais são essenciais para a continuidade de sua existência, podendo ocorrer interrupções do fluxo devido à queda de troncos ou desmoronamento de suas margens sendo essa limpeza fundamental. (Figura 15).



Figura 15: Canal artificial barrado por queda de vegetação Fonte: Autor

O processo de limpeza reafirma a presença das assinaturas topográficas nas vertentes, auxiliando no processo de formação de novos diques em contraponto com os antigos onde a vegetação já se ocupa. As limpezas, capinas, são feitas com uso de diversos equipamento a depender das necessidades, podendo ser manualmente, ou o emprego de maquinários (tratores, escavadeiras etc.) (Figura 16).

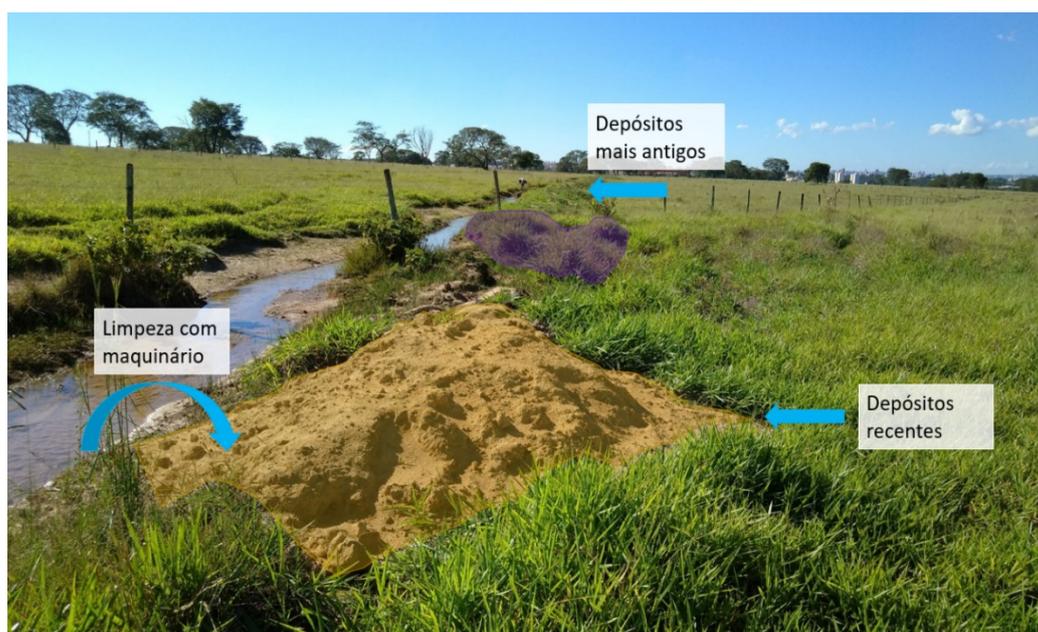


Figura 16: Assinaturas topográficas (diques recentes e antigos) Fonte: elaborado pelo autor

As ATH's também exercem influencia em diferentes fatores, como expresso na Figura 17, onde o canal atuou na contenção do incendio acometido na vertente, atuando para a preservação da vegetação. Ao lado esquerdo (seta amarela) a indicação de um episódio de queimada e ao lado (seta vermelha) nota-se que o canal funcionou como interceptor desta queimada sendo esse lado preservado.

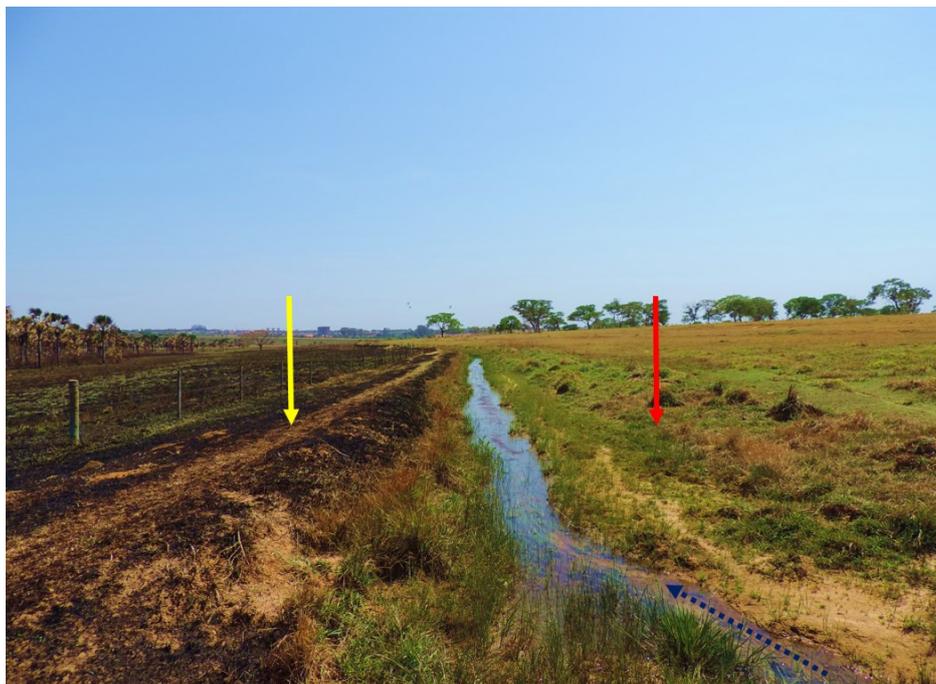


Figura 17: Canal artificial em interrupção de queimada. Fonte: elaborado pelo autor

Como exposto as interferências humanas provocam efeitos no ambiente, modificam não só as formas como também os processos hidrológicos. O movimento próprio da evolução das vertentes e dos meios fluviais são cruzados com as ATH's no relevo.

5.3 – Modelos de canais artificiais e sua influência na dinâmica de vertentes

O canal artificial se configura nos locais de sua demanda, podendo ser encontrado em distintos locais da vertente. Nas ilustrações a seguir constataremos alguns modelos de seção dos canais artificiais e suas inúmeras configurações, sendo importante salientar que não são as únicas, mas que oferecem base às discussões necessárias para o estudo em questão.

Nos exemplos a seguir podemos observar as influências do canal em relação a vertente, refletindo assim nas dinâmicas de circulação superficial da água.

Tratando-se de canal, o exemplo mais simples se configura pelo modelo expresso na Figura 18, onde o canal se encontra em um sulco realizado na vertente. Desta forma, o canal segmenta a vertente em duas porções, todavia observa-se a comunicação da parte superior da vertente com a inferior, quando o fluxo do canal extrapolar suas margens.

Ainda na Figura 18, os fluxos superficiais (1) presentes na parte superior da vertente, são direcionados para seu curso habitual, porém sendo interrompidos pelo canal artificial presente na seção, trazendo consigo quaisquer sedimentos e materiais carreados (neste caso pela ausência de diques laterais superior) e sendo depositados no canal, ou seja, a presença do canal interrompe temporariamente a transferência de água e sedimentos da parte superior da vertente para parte inferior.

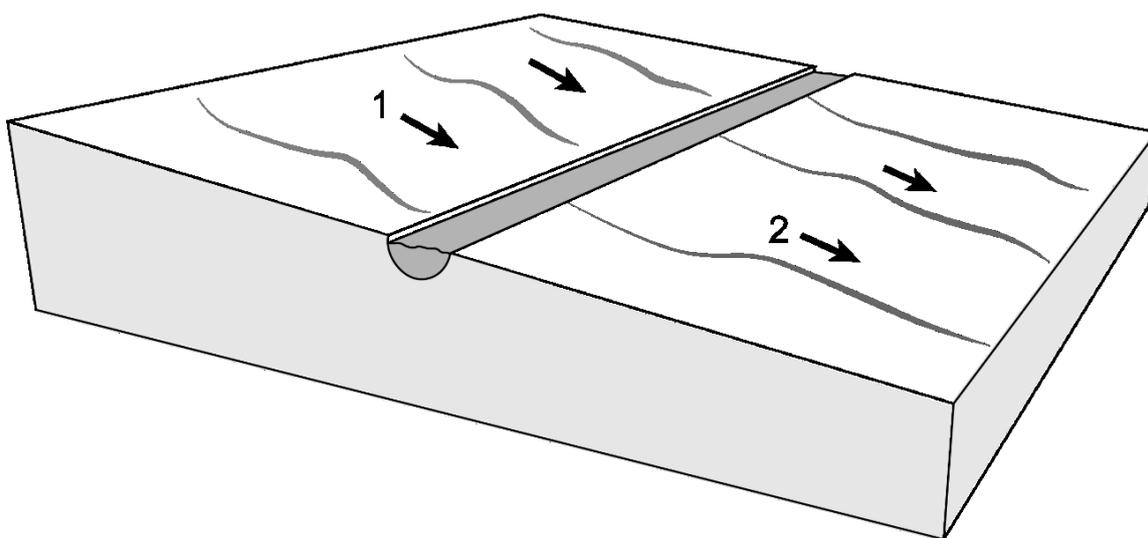


Figura 18- Modelo de seção de canal artificial simples, sem a presença de dique. Fonte: elaborado pelo autor

Existem outros modelos mais elaborados de canais artificiais. Na representação (Figura 19) o canal expõe um dique em sua parte inferior, advindo dos materiais retirados na construção do canal e em sua manutenção. Neste caso, o escoamento superficial da vertente depositará os fluxos de água e sedimento no canal artificial, e devido a presença do dique, o canal conduzirá maiores volumes se comparado ao canal simples (Figura 18).

A segmentação da vertente produzirá diferentes volumes escoados em sua superfície, sendo o fluxo abaixo do canal não influenciado pela contribuição do mesmo, (podendo ocorrer) porém em menor proporção que o primeiro exemplo, variando pela altura do dique.

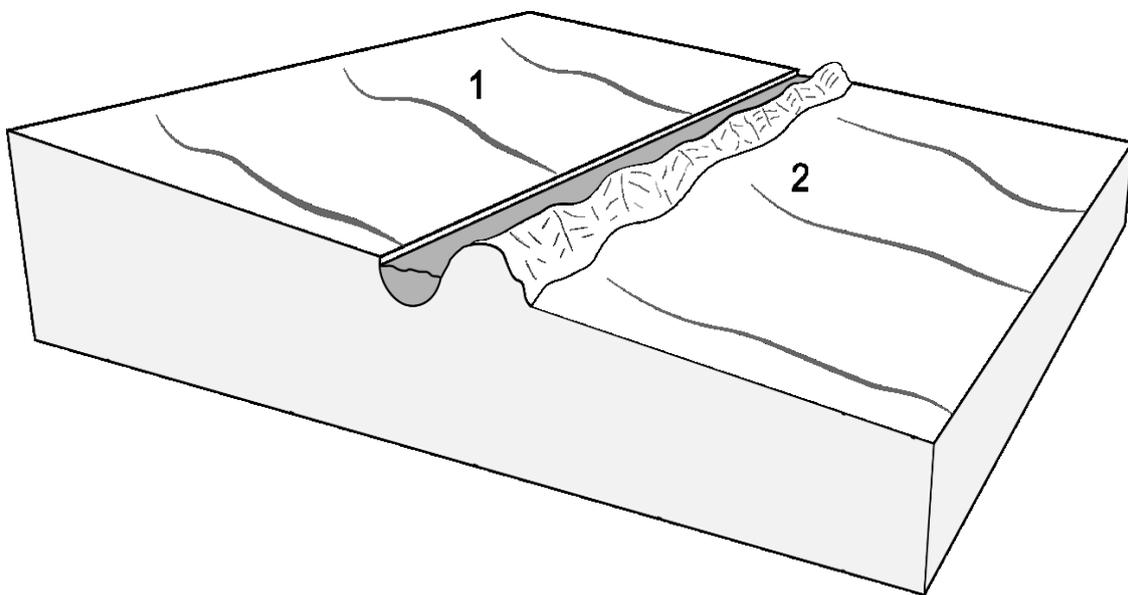


Figura 19- Modelo de seção de canal artificial com presença de Assinaturas Topográficas Humanas (diques). Fonte: elaborado pelo autor

De forma geral, observa-se que a presença dos diques (ATH's) influenciam no ciclo natural do ambiente instalado. Neste caso sua presença cessará o fluxo de água que seria destinado ao canal natural, podendo alterar os picos de vazão do próprio.

A resposta do aumento da vazão do canal natural seria acondicionada pela soma de todas as dinâmicas presentes no ambiente, porém com a presença do canal artificial a área de contribuição da mesma será segmentada, influenciando na vazão. Assim, o canal artificial afeta de forma pontual todo fluxo que seria distribuído pela seção total da vertente.

Podemos encontrar ainda outras formas de disposição dos canais artificiais, pois o relevo não é uniforme, sendo em alguns locais diversificados. Assim as ações humanas

encontram formas de adaptação para superar as formas das vertentes para que atenda seus interesses e necessidades.

A Figura 20, representa a presença de uma elevação no terreno. Desta forma, para não interromper a direção do canal, é necessário uma maior abertura, visto que a água busca os locais mais baixos da superfície. Se correspondesse a um exemplo natural a mesma contornaria o obstáculo, porém em se tratando de um ambiente artificial corta-se a elevação para manter o desnível para que o canal continue seguindo na mesma direção.

Nesta Figura em 1 tem –se os fluxos superficiais da vertente, contornando a elevação com direção ao canal artificial, o número 2 representa o aporte dos fluxos com destino ao canal natural pelo nível próximo ao relevo e ausência de diques laterais. O traçado presente na elevação mostrando os fluxos superficiais de chuva continuando seu caminho originário e em 3 a representação do canal.

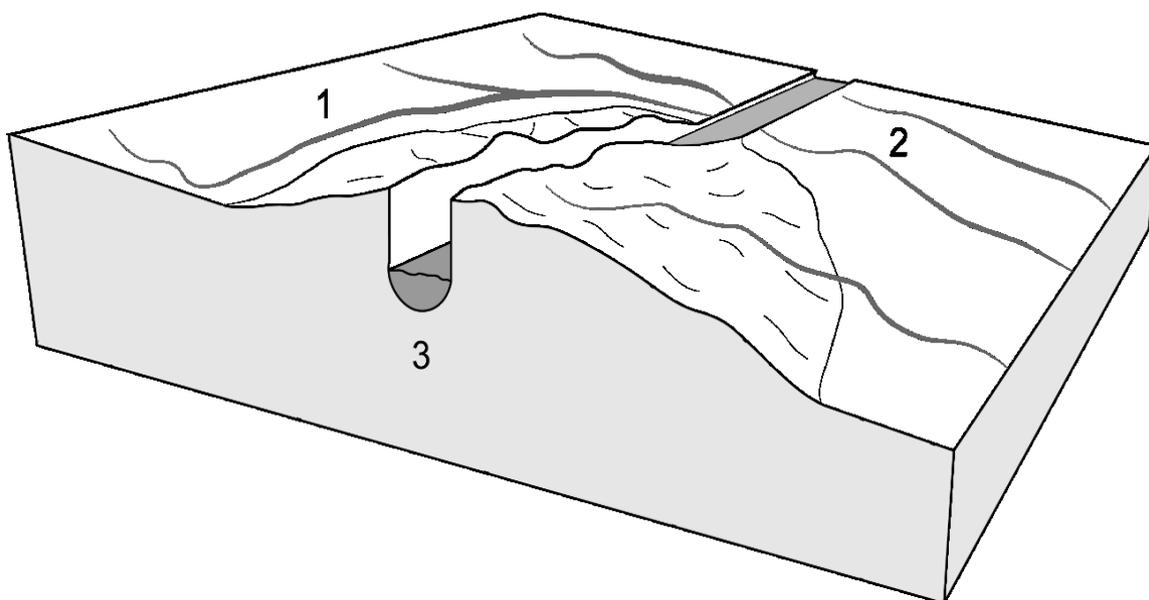


Figura 20: Modelo de seção de canal artificial com corte em rugosidade. Fonte: elaborado pelo autor

Assim, para que o canal não seja perturbado pela rugosidade, segmenta-se a mesma em duas, aprofundando o canal no perfil do solo. Deste modo, observa-se a presença humana na alteração do relevo com suas assinaturas registradas nas paisagens, atravessando obstáculos com escavações e limpezas, permitindo maior movimento da água de acordo com suas necessidades.

Na Figura 21, a segmentação da vertente se mostra ainda mais acentuada, do que na Figura 20, pois as elevações podem ser maiores e mais contínuas, sendo necessária

uma maior abertura no perfil do solo. Observa-se que neste modelo, pelo canal se encontrar em um ambiente mais encaixado, demanda de limpezas periódicas para sua permanência, uma vez que, se o canal não tiver competência para carrear os sedimentos, o mesmo poderá interromper seu fluxo.

Nesta Figura, 1 apresenta os fluxos superficiais indo em direção ao canal artificial e permanecendo neste caso no mesmo, devido a diferenciação do relevo. Em 3 a representação das escavações das margens apresenta desníveis abruptos, e o 2 mais uma vez indicando o escoamento natural do ambiente após ter sido interrompido pelo canal.

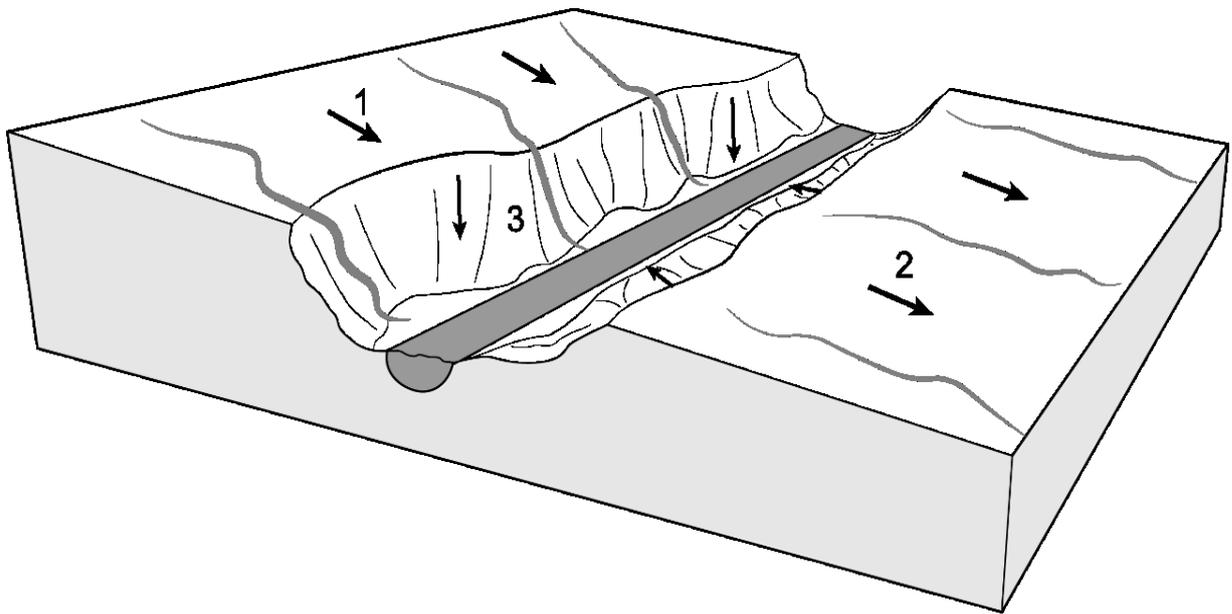


Figura 21: Modelo de seção de canal artificial com entalhamento no perfil. Fonte: elaborado pelo autor

Tal elucidação se fundamenta na circunstância da presença do canal artificial. Sua construção é realizada com escavações do solo carecendo de manutenção, pois, com o tempo ocorre o desmoronamento das margens ampliando as mesmas, e diferente dos casos já mencionados onde o canal encontra-se mais próximo à superfície os sedimentos provenientes da vertente serão ainda mais direcionados ao canal artificial, aumentando também as chances de assoreamento, podendo levar a diminuição de sua energia, deste modo significando diferentes fases do mesmo processo.

Assim sendo, observa-se que quanto mais retilínea a vertente e menos rugosidades possuir, maiores distâncias que o canal artificial pode percorrer. Dessa forma, as vertentes não apresentam uma única morfologia, tendo os canais que se adaptar a tais

circunstâncias, possuindo um mesmo canal diversas configurações de traçado ao longo de sua trajetória e ao longo do tempo (Figura 22).

Na Figura 22, A e B representam a parte alta e baixa da vertente respectivamente e a presença do canal segmentando as duas. Os números representam os exemplos já expostos, 1- (Figura 19 com presença de dique) 2- (depressão preenchida por água) 3- (Figura 20 presença de rugosidades) 4- (Figura 18, sendo o exemplo mais simples encontrado) e 5- (Figura 21).

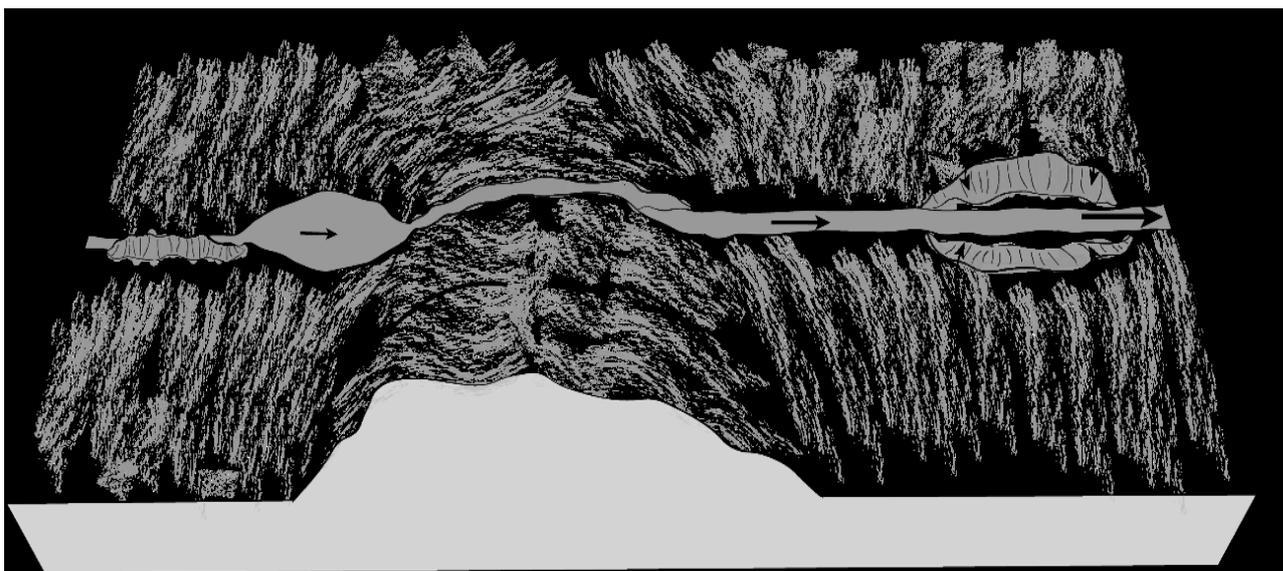


Figura 22: Associação das variações de modelos de seção presentes em um canal artificial.
Fonte: elaborado pelo autor

Portanto, constata-se que em todos os casos o canal artificial altera a dinâmica natural da vertente, seccionando, recebendo fluxos, materiais, sedimentos, ou seja, tudo que seria destinado ao canal natural tem o artificial como interceptador.

A falta de manutenção nos canais artificiais ocasionara na inexistência do mesmo, dado que o canal tem energia limitada, à medida que os sedimentos vão sendo depositados vai ocorrendo o assoreamento, levando a um grande acúmulo de materiais que sem os devidos cuidados podem ocasionar seu desaparecimento.

5.4 – Canais derivados multifuncionais e seus usos

Os canais multifuncionais são derivações do canal natural geralmente confeccionados de terra com a presença de diques laterais retirados comumente dos leitos, essa prática pode ocasionar impactos sobre a água e a superfície, sendo seus efeitos muitas

vezes ignorados. Assim, este condicionante é um ponto importante para impulsionar pesquisas relacionadas e novas referências, auxiliando em melhor gerenciamento.

Os canais derivados multifuncionais, auxiliam na aclaração das Assinaturas Topográficas Humanas (ATH'S) e sua presença na construção de paisagens antropogênicas são conhecidas desde a antiguidade, no Egito, Ásia, Europa, Peru andino (HRITZ, WILKINSON, 2004; BAZZA, 2007), com características que segundo Silva (2018, p. 20) se enquadram como multifuncionais “que servem tanto para irrigação, abastecimento, dessedentação, piscicultura, manejo de avifauna, entre outros serviços” onde na figura 23 é feita essa representação esquemática das multifuncionalidades.

Porém muitas vezes ainda sendo encontrados com designação apenas de “canais de rega” (agricultura), conforme expostos por (QUINTAL, 2011; SINGH e BHANGOO, 2013; HILL, 2014).

Outras características como: perfis de introdução, fonte de derivação, perenidade do fluxo, partilha da água, e manutenção (com base no canal natural) além da própria multifuncionalidade (Figura 23) são comuns aos canais. Sendo habitual também presenciar situações de dúvidas entre os naturais e os canais de irrigação, se efetivando como objeto de análise de situações antropogênicas.

Com isso, através de trabalhos de campo, estudos, dados documentais encontrados e disponibilidade de análises, foi possível o estudo e compreensão da disseminação destes canais pelo mundo. Sua presença conta histórias, e gera paisagens combinadas de processos e formas naturais e antrópicas. Sendo imprescindível inclui-los em estudos quais forem.

Na Figura 23 temos a representação de alguns dos usos que podem ser encontrados nos canais artificiais. Em A temos o canal artificial, e B o canal natural, o canal artificial (A) inicia com certo volume que é extraviado em diferentes usos existentes em seu percurso, tendo em seu fim menor volume se comparado ao seu início. Ao contrário disto, o canal natural (B) inicia-se com certo volume e ao longo de sua extensão recebe aportes de água, ampliado seu volume por meio de afluentes, inclusive podendo ocorrer de receber água do próprio canal artificial.¹

¹ É importante salientar para que não haja confusões no desenho, que o canal natural não está crescendo necessariamente pela contribuição do artificial.

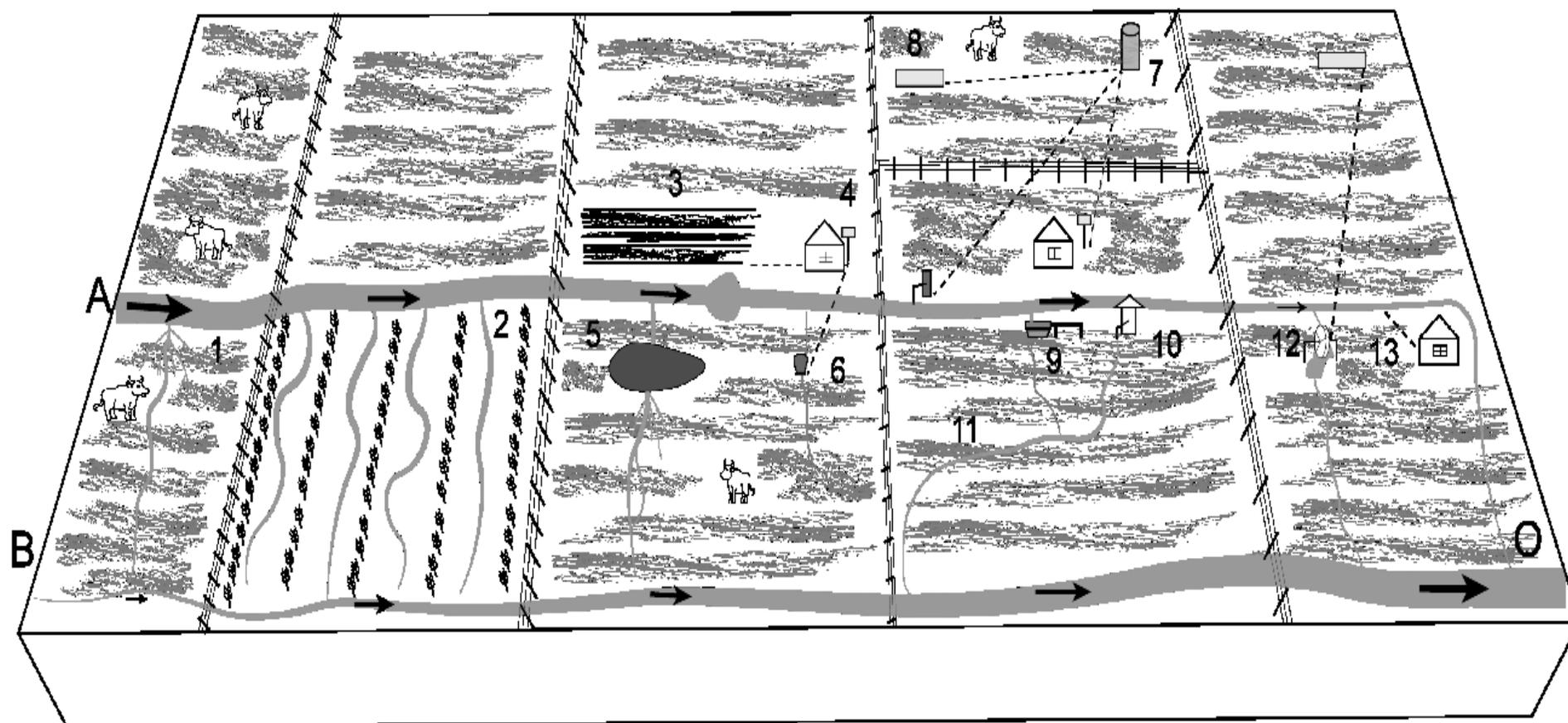


Figura 23: Esquema exemplo de Multifuncionalidades dos canais artificiais.
Fonte: elaborado pelo autor

Ainda na Figura 23, os diversos multiusos que podem ocorrer ao longo de um trecho de canal pode ser observado, seja consumido a água de forma direta na pecuária, dessedentação animal em geral (Figura 23 – 1); irrigação por sulcos em gravidade (Figura 23 – 2); irrigação de áreas em cotas altimétricas superiores ao do canal por meio de bombeamento (Figura 23– 3); consumo em diferentes atividades residenciais (Figura 23– 4); piscicultura (Figura 23 – 5); por apresentar se efetivar em um trecho da vertente que não coincide com o fundo de vale, expõe gradiente altimétrico na própria vertente para bombeamento por gravidade (carneiro hidráulico) (Figura 23 – 6); ou bombeamento pro moto bombas permitem a elevação da água a cotas mais altas das propriedades (Figura 23– 7), favorecendo a distribuição da água por gravidade para diversos usos, como dessedentação animal em tanques (Figura 23 – 8); aproveitamento da força motriz da água por ferramentas como monjolo, casa de farinha e roda d'água (Figura 23– 9, 10 e 12 respectivamente); ou uso residencial direto (Figura 23 – 13); podendo o canal multifuncional apresentar direção invertida se comparada ao sentido original do canal natural (Figura 23 – 11).

Sendo possível observar que os diferentes usos podem gerar excedentes de volumes de água após sua utilização, sendo destinados à vertente, e dependendo das condições estes volumes são infiltrados no solo e talvez também retornar ao canal natural no fundo do vale.

A seguir, serão expostos exemplos dos usos comumente encontrados ao longo dos canais derivados multifuncionais. Sua utilização pode ser de forma direta, como visto na Figura 24, ondes os animais tem acesso ao canal e fazem o uso direto em sua calha (A, C, D) entretanto, sua água pode ser utilizada de outras formas, por meio da condução de parte de seu volume até bebedouros presentes ao longo da vertente (B).

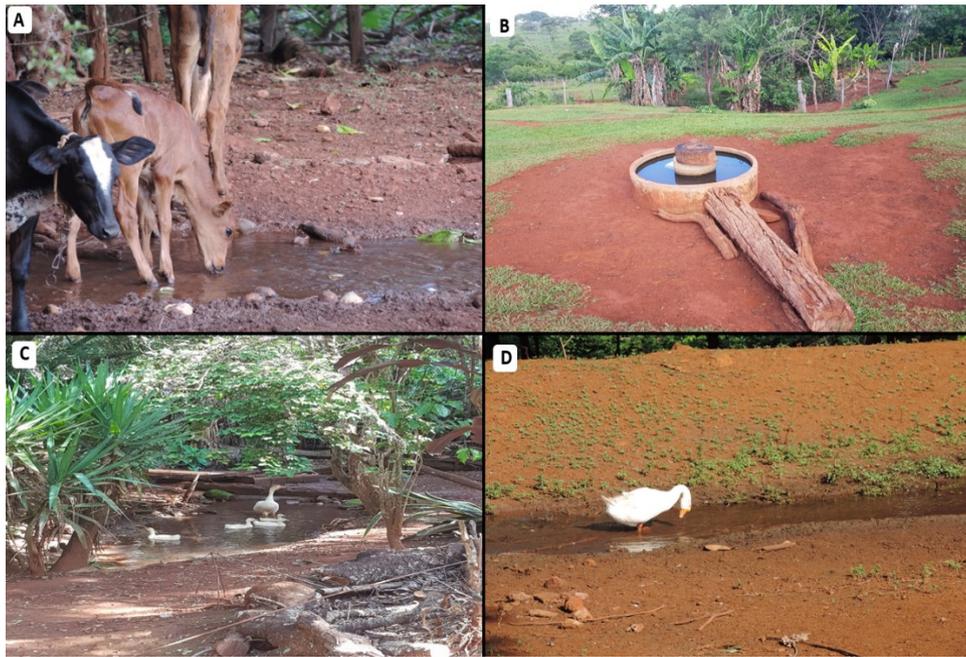


Figura 24: Utilização para dessedentação animal (A, D) Água derivada para canal bebedouro na vertente (B) Fonte: elaborado pelo autor

A agricultura se beneficia desta feição, podendo haver o aproveitamento da água do canal sem a necessidade de desvios para irrigação, com o plantio em cima dos diques laterais como no caso da Figura 25 (2), onde há presença de frutíferas (manga, jabuticaba, e bananeira) além do plantio no próprio canal Figura 25 (1) *xanthosoma sagittifolium* (taioba).



Figura 25: Cultivos direto em canal artificial (1) taioba (2) frutíferas Fonte: elaborado pelo autor

Outro uso do canal se efetiva por meio do aproveitamento de sua força motriz (Figura 26), onde intervenções no canal são realizadas a fim de se produzir um desnível abrupto de altura, gerando gradiente altimétrico aproveitável para o funcionamento de diversos equipamentos, como roda d'água e carneiro hidráulico, assim como para funcionamento da casa de fubá (Figura 27). Através dessa intervenção possibilitou ganho de energia potencial de queda e com isso extrair a força do canal através do tronco (solução encontrada na época) viabilizando levar água acima do nível do solo.



Figura 26 - Intervenção no canal para funcionamento da roda d'água Fonte: elaborado pelo autor



Figura 27: Casa de fubá (1) entrada do milho (2) pedra para moer grãos. Fonte: elaborado pelo autor

O uso direto da água do canal sem a necessidade de nenhum equipamento também é comum, onde por meio de uma derivação a água é conduzida para realizar funções domésticas, como limpeza (Figura 28), onde neste tipo de uso, a água após utilização volta ao canal, com qualidade e quantidade modificadas.



Figura 28: Uso direto canal artificial funções domésticas Fonte: elaborado pelo autor

A utilização da água também pode ser realizada à longas distâncias, por meio de equipamentos de tomada d'água, como na Figura 29, onde um caminhão tanque foi utilizado para captar água do canal artificial e conduzi-la à dessedentação animal no período de estiagem, no qual a fonte de água usual não conseguiu suprir o volume total de uso.



Figura 29: Tomada de água caminhão tanque no canal artificial. Fonte: elaborado pelo autor

A piscicultura também se beneficia destas derivações, por meio da construção de tanques é possível realizar a criação de diferentes espécies de peixes (Figura 30 A, B e C). Além do uso direto da água, as derivações são utilizadas para ornamentação de ambientes, produzindo espaços paisagísticos para adorno de propriedades, sendo utilizados para o lazer (Figura D)



Figura 30: Intervenções em canal artificial (A, B e C – criação de peixes) (D - ornamentação e lazer) Fonte: elaborado pelo autor

De modo geral, é possível observar algumas formas de usos desses canais artificiais, e a afirmação de suas multifuncionalidades, representando também como as perdas de água do canal vão acontecendo, sendo em alguns casos mencionados a água retornando para o canal natural, porém em grande parte dos usos essa água infiltra e não retorna ao canal natural.

5.5 – Importância dos Canais artificiais para fixação do homem no campo

Como visto, os canais artificiais fazem parte do cotidiano rural, sendo de extrema importância para o homem do campo. Visto isso, para o estabelecimento de uma residência em uma propriedade rural, o principal fator determinante para a fixação da mesma, se baseava na obtenção de água, e se tratando de períodos passados este fator era ainda mais determinante.

Devido às limitações tecnológicas da época, tarefas simples no passado demandavam muito tempo e eram complexas, como: obtenção de água para consumo humano ou outras funções, para auxiliar, a fonte deveria ser próxima a residência, ou demandaria muito tempo e esforço para trazer quantidades significativas de água do canal natural para a residência.

A posição na paisagem em que os canais artificiais ocupam lhes conferem energia potencial proveniente dos desníveis entre sua cota altimétrica e o fundo de vale. Assim, a possibilidade de aproveitamento da força hidráulica da água permitiu a aplicação de tecnologias com capacidade de converter a energia cinética do movimento da água em trabalho. Transformando tarefas laborosas e rotineiras em atividades mais simples e menos trabalhosas.

Desta maneira o uso do canal artificial surge em diferentes contextos e necessidades, além do uso direto para dessedentação, possuiu grande repercussão nas atividades cotidianas do campo. Possibilitando através do uso de sua energia executar trabalhos vitais para o funcionamento da propriedade, indo além, possibilitando que seu usuário executasse outros afazeres.

O uso do canal também proporcionou um grande incremento na dieta do homem visto que grande parte do alimento consumido na propriedade deveria ser produzido na mesma, sendo assim, o uso da água por meio de irrigação por queda natural possibilitou o cultivo de variadas espécies de plantas como culturas anuais (milho) e perenes como frutíferas (jabuticaba, limão, laranja) em diferentes épocas do ano e aumentando sua produção.

Neste contexto a produção animal também foi beneficiada, pelo uso direto da água como dessedentação mas também pelo uso dos vegetais produzidos na propriedade como fonte de alimento para os mesmos.

O aproveitamento da energia do canal artificial também permitiu a transformação dos alimentos em subprodutos de grande importância para o estabelecimento do homem no campo. Como beneficiamento de arroz pelo uso do monjolo na remoção de sua casca, a produção de fubá pelo processamento do milho, dentre outros. Dessa forma os canais artificiais foram essenciais para a fixação do homem no campo, enriquecendo sua dieta, mediante dificuldades encontradas na época.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos esses tópicos referenciais somados estão presentes na formação da hidrogeomorfologia, tendo como fio condutor desta discussão o canal artificial. As discussões centrais atreladas aos canais são sobretudo voltadas a questões bióticas ou sociais, se esquecendo que estudos mais profundos deste tema auxiliariam no entendimento de seus impactos na dinâmica da vertente. Bem como, estudos do impacto dessas intervenções enquanto modificadoras da estrutura terrestre.

No início deste trabalho algumas questões se mostraram pertinentes, inicialmente a dificuldade de encontrar pesquisas sobre o tema e quando encontradas apenas derivações de canais artificiais (irrigação, transposição etc.). Essa dificuldade foi observada sobretudo na Geografia onde o objeto de estudo se baseia, pois se tratando de uma ciência holística, envolve não só questões de planejamento e ordenamento territorial essenciais ao estudo, mas também questões socioambientais.

Por sua gênese antiga e pela vasta presença dos canais artificiais ao redor do mundo esperava-se maiores referenciais, no que lhe concerne seu papel de modificador ambiental, todavia análises realizadas apontaram em sua maioria razões técnicas e econômicas atendendo em alguns cenários interesses específicos, mas uma vez sinalizando a necessidade de suas interferências nas transformações das paisagens

Foi possível com o estudo averiguar a importância da manutenção dos canais artificiais para sua permanência na paisagem. A ausência de seu manejo ocasionara com o tempo o desaparecimento do mesmo, pois a falta de energia presente no canal pode acelerar a sedimentação em seu leito levando assim ao seu assoreamento.

Sendo importante assinalar que os canais artificiais inicialmente subsidiaram a ocupação do homem em épocas que a tecnologia não era de fácil acesso, além de ser uma prática adotada a muito tempo e se adotada sem estudos pode gerar consequências.

Estudos da temática se mostram incipiente, com base nisto, este trabalho pretende contribuir com mais informações sobre a temática, que ainda hoje é relevante, já que os canais ainda se fazem presentes na paisagem. A pesquisa assim se configura como parte inicial da dissertação de Mestrado em andamento.

Assim, o papel do homem não deve ser intitulado restritamente a influencias negativas sendo necessário um somatório de diagnósticos incluindo o todo da dinâmica, sendo alvo de investigações futuras da possível capacidade de uma construção antrópica (ATH's) se ambientalizar ao meio natural.

E finalmente, constata-se que as ações antrópicas são modificadoras de ambientes reconhecida no estudo através dos canais artificiais, exemplificados os tipos, os usos, sua configuração e consequências no ambiente encontrado, tendo a ciência geográfica através da hidrogeomorfologia, total importância justamente pela associação sociedade e natureza. Como recomendações, estudos futuros dessas intervenções poderão contribuir não só para um melhor planejamento, como também previsões de cenários que possibilitem a diminuição de erosões nas vertentes.

7. REFERENCIAS

ABDEL-DAYEM, S; EL-SAFTY, M. Review of the Egyptian experience in implementing land. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 6, p. 311-324, 1993. <https://doi.org/10.1007/BF01112231>

ALMEIDA, L.Q; CARVALHO, P. F. Representações, riscos e potencialidades de rios urbanos: análise de um (des) caso histórico. **Caminhos de Geografia**, v. 11, n. 34, p. 145-161, 2010.

ANDRADE, R. Da Transposição das Águas do Rio São Francisco à Revitalização da Bacia: **As Várias Visões de um rio**, Ago 2002.

ANGELAKIS A. N. and KOUTSOYIANNIS D. Urban Water Resources Management in Ancient Greek Times. In: **The Encycl. of Water Sci.**, Markel Dekker Inc., B. A. Stewart and T. Howell (Eds), Madison Ave. New York, N.Y., USA, pp. 999–1008, 2003.

ANGELAKIS A. N. and SPYRIDAKIS S. V. The status of water resources in Minoan times – A preliminary study. In: **Diachronic Climatic Impacts on Water Resources with Emphasis on Mediterranean Region**, A. Angelakis and A. Issar (eds). Springer–Verlag, Heidelberg, Germany, pp. 161–191, 1996.

BAKRY, M, F. Effect of submerged weeds on the design: Procedure of earthen egyptian canals. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 6, p. 179-188, 1992. <https://doi.org/10.1007/BF01109708>

BAZZA, M. Overview of the history of water resources and irrigation management in the Near East region. **Water Science and Technology: Water Supply**, v. 7 (1) p. 201-209, 2007. <https://doi.org/10.2166/ws.2007.023>

BENNION, D.H; MANNY, B.A. **Construction of Shipping Channels in the Detroit River: History and Environmental Consequences**. Washington: U.S. Department of the Interior/ U.S. Geological Survey, 2011.

BEVEN, K. Changing ideas in hydrology: the case of physically-based models. **J. Hydrology**, 105:157-172, 1989.

BHUTTA, M.N; VAN DER VELDE, E. J. Equity of water distribution along secondary canals in Punjab, Pakistan. **Irrigation and Drainage Systems** v.6, p. 161-177, 1992. <https://doi.org/10.1007/BF01102975>

BÖHM H. Die Wiesenbewässerung in Mittel Europ Anmerkungen zu einer Karte von C Troll. **Erdkunde**, v. 44(1), p. 1-10, 1990.

BORG, D. et al. The geomorphic and ecological effectiveness of habitat rehabilitation works: Continuous measurement of scour and fill around large logs in sand-bed streams, **Geomorphology**, v. 89, p. 205-216, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.07.027>

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 71-115.

BRADY, V. et al. **Field Guide for Maintaining Rural Roadside Ditches**. Minneapolis: Fortin Consulting, Inc., 2014.

BROOKS, A. P., & BRIERLEY, G. J. Framing realistic river rehabilitation targets in light of altered sediment supply and transport relationships: Lessons from East Gippsland, Australia. **Geomorphology**, 58(1-4), 107-123, 2004 [https://doi.org/10.1016/S0169-555X\(03\)00227-7](https://doi.org/10.1016/S0169-555X(03)00227-7)

BURKHAM, 1981 D.E. Burkham Uncertainties resulting from changes in river form Proceedings of the American Society of Civil Engineers, **Journal of the Hydraulics Division**, 107, pp. 593-610, 1981.

CABOURET M. L'irrigation des prés de fauche en Europe occidentale, centrale et septentrionale. In: **Essai de géographie historique**. Paris: Editions Karthala, 1999.

CAMPANA, D. et al. Channel degradation and restoration of an Alpine river and related morphological changes. **Geomorphology**, v.15 p. 230-241, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2014.06.016>

CASTRO, C. N. **Transposição do rio São Francisco: análise de oportunidade do projeto**. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, p. 60, 2011.

CHOW, V.T, **Open Channel Hydraulics** McGraw-Hill Book Company, New York. P. 780, 1959.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. In; ____ **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Ed. Edgard Blucher Ltda e EDUSP. 1974

CLEMMENS A J, SCHUHRMANS J. Simple optimal downstream feedback canal controller: Theory. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 130, p. 26- 34, 2004. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(2004\)130:1\(26\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(2004)130:1(26))

CONFESSOR, Jefferson Gomes. **Avaliação de processos erosivos hídricos em diferentes usos agrícolas, utilizando simulador de chuvas no ambiente de Cerrado**. 2019. 187 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.606>

CONTICELLO, L. et al. Dinamica de Comunidades hidrófilas asociadas a canales de riego en El Alto Valle De Rio Negro (Argentina). **Gayana Bot**, v. 59, n. 1, p. 13- 20, 2002. <https://doi.org/10.4067/S0717-66432002000100003>

CORRÊA, A.C.B.; FONSÊCA, D.N. Lineamentos de Drenagem e de Relevô como Subsídio para a Caracterização Morfoestrutural e Reativações Neotectônicas da Área da Bacia do Rio Preto, Serra do Espinhaço Meridional – MG. **Revista de Geografia**, Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. especial VIII SINAGEO, n. 1, p. 72-86, Set. 2010.

COSTA, R.N.T. **Condutos livres**. Universidade Federal do Ceará - Departamento de Engenharia Agrícola Hidráulica Aplicada, Fortaleza, p. 6, 2006.

COSTA, R.N.T. **Vertedouros**. Universidade Federal do Ceará - Departamento de Engenharia Agrícola Hidráulica Aplicada, Fortaleza, p. 6, 2004.

CROCKE, J.; MOCKLER, S.; FOGARTY, P.; TAKKEN, I. Sediment concentration changes in runoff pathways from a forest road network and the resultant spatial pattern of catchment connectivity. **Geomorphology**, v. 68, n. 3–4, p. 257–268, 2005.

CUNHA, M.C. et al Medidas de controle de erosão em estradas rurais na bacia do rio das Pedras, Guarapuava-pr. **Sociedade e Natureza**, v.25 (1), p, 107-118, 2013.

CUNHA, S. B. Geomorfologia fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. p. 211-252.

DAYTON-JOHNSON, J. Irrigation organization in Mexican unidades de riego. Results of a field study. **Irrigation and Drainage Systems**. v. 13, p. 55-74, 1999.

DEPEWEG, H; MÉNDEZ, N. Sediment Transport Applications In Irrigation Canals, **Irrigation and Drainage**. v.51 p. 167-179, 2002. <https://doi.org/10.1002/ird.49>

DOLLAR, E.S.J. Fluvial geomorphology. **Progress in Physical Geography**, v. 28, p. 405-450, 2004. <https://doi.org/10.1191/0309133304pp419pr>

DUTT, H. et al. Users' Perceptions and Impact of Participatory Irrigation Management. In: **Ecologically Fragile Watershed Areas of Jammu and Kashmir**, India, 2010.

EINSTEIN, H.A. The Bed-Load Function for Sediment Transportation in Open Channel Flows. **Hydraulic Engineer and Soil Conservation Service**, Washington DC, p.74, 1956.

FABER, MARCOS. A IMPORTÂNCIA DOS RIOS PARA AS PRIMEIRAS CIVILIZAÇÕES. **Historia Livre**, [s. l.], v. volume 2, p. 3-24, 10 ago. 2011. Disponível em: https://www.historialivre.com/antiga/importancia_dos_rios.pdf. Acesso em: 8 out. 2019.

FERNANDEZ, Oscar Vicente Quinonez. Relações da geometria hidráulica em nível de margens plenas nos córregos de Marechal Cândido Rondon, região oeste do Paraná. **Geosul**, Florianópolis, v. 19, n. 37, p. 115-134. 2004.

FERNANDEZ, Oscar Vicente Quinonez. Relações da geometria hidráulica em nível de margens plenas nos córregos de Marechal Cândido Rondon, região oeste do Paraná. **Geosul**, Florianópolis, v. 19, n. 37, p. 115-134. 2004.

FILHO, O.M.; BUCKUP, P. A. A poorly known case of watershed transposition between the São Francisco and upper Paraná river basins. **Neotropical Ichthyology**, v. 3(3), p. 449-452, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1679-62252005000300015>

FOLEY, J.A. et al. 2005. Global consequences of land use. **Science**, v. 309, p. 570- 574, 2005. <https://doi.org/10.1126/science.1111772>

FONSECA, A. de F. C. Controle e uso da água na Ouro Preto dos séculos XVIII e XIX. 2004. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2004.

GIREL J. Old distribution procedure of both water and matter fluxes in floodplains of western Europe. Impact on present vegetation. **Environmental Management** v. 18(2), p. 203-221.1994.

GOUDIE, A.S. **Encyclopedia of Geomorphology** Routledge Ltd, London. p.1202, 2004. <https://doi.org/10.1002/hyp.1366>

GRAY, M. Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature. Chichester (U.K.): John Wiley & Sons, 2004. 450p.

GRAY, W. et al. Channel Design and Vessel Maneuverability - Next Steps, **Marine technology**, v. 40(2), v. 93-105, 2003.

GREENE, S.L.; KNOX, J. Coupling legacy geomorphic surface facies to riparian vegetation: Assessing red cedar invasion along the Missouri River downstream of Gavins Point dam, South Dakota. **Geomorphology**, v. 204, n. 277-286, 2014

GREGORY, K.J. The human role in changing river channels. **Geomorphology** v. 79, p. 172-191, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.06.018>

GREGORY, K.J. The human role in changing river channels. **Geomorphology** v. 79, p. 172-191, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.06.018>

GUERRA, A.J.T, BOTELHO, R.G.M, *Bacias Hidrográficas Urbanas in Geomorfologia Urbana*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011

GUERRA, Antônio Teixeira. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. São Paulo: Bertrand Brasil, 2003.

GUTIERREZ, G,E. **Hidráulica de Canales**. Laboratorio de Hidráulica de Canales. Ciudad de México. P. 54, 2013

HARDY, R.J. Fluvial geomorphology. **Progress in Physical Geography**, p. 30, p. 553-567, 2006.

HENKES, S.L.; A política, o direito e o desenvolvimento: Um estudo sobre a transposição do rio São Francisco. **Revista Direito GV**, São Paulo 10(2) | P. 497- 534 | Jul-Dez 2014. Doi: 10.1590/1808-2432201421

HILL, J. Farmer-managed irrigation systems in Baltistan and Kargil, **Ladakh Studies**, v. 31, p. 4 – 23, 2014.

HRITZ, C; WILKINSON, L.G. Using Shuttle Radar Topography to map ancient water channels in Mesopotamia, **Antiquity**. v. 80, p. 415-424, 2006. <https://doi.org/10.1017/S0003598X00093728>

IGRECIAS, L.F.M. **Avaliação da influência do entorno e do Canal de Pereira Barreto na qualidade da água do Baixo São José dos Dourados**, Dissertação (Mestrado em Hidrologia) Universidade Estadual de São Paulo, Araraquara, 2009.

IMAIZUMI, F. et al. Channel initiation by surface and subsurface flows in a steep catchment of the Akaishi Mountains, Japan. **Geomorphology**, v. 115, p. 32-42, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2009.09.026>

ISAPOOR, S. et al. Slope-stability-constrained design of irrigation canals using particle swarm optimization. **Irrigation and Drainage**, v. 60, p.70-79, 2011. <https://doi.org/10.1002/ird.545>

JAMES, L.G. **Principles of Farm Irrigation System Design**. London: Krieger Pub Co. UK. 1993.

JORGE, M. do C. O. Geomorfologia Urbana: conceitos, metodologias e teorias. In: GUERRA, A. J. T. (org). **Geomorfologia Urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

KHAIR, A. et al. Soil-cement tiles for lining irrigation canals. **Irrigation and Drainage Systems** v. 5, p. 151-163, 1991. <https://doi.org/10.1007/BF01140519>

KOUCHAKZADEH, S.; MARASHI, A. End sill impact on water surface profile in nonprismatic side channels: a design guideline. **Irrigation and Drainage**. v. 54, p. 91-101, 2005. <https://doi.org/10.1002/ird.156>

LAWRENCE, P.; ATKINSON, E. Deposition of fine sediments in irrigation canals. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 12, p. 371-385, 1998. <https://doi.org/10.1023/A:1006156926300>

LEIBUNDGUT, C; KOHN, I. European traditional irrigation in transition part i: irrigation in times past—a historic land use practice across Europe. **Irrigation and Drainage**, v. 63 p. 273-293, 2014. <https://doi.org/10.1002/ird.1826>

LUNA, H. A. **Manutenção em canais de irrigação revestido em concreto** / Hugo de Andrade Luna. - Recife: O Autor, 2013.

MARQUES, J. S. Ciência geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 23-50.

MAYS L. W., KOUTSOYIANNIS D. and ANGELAKIS A. N. A brief history of urban water supply in antiquity. **Water Science & Technology: Water Supply**. 7(1), 1–12, 2007. 10.2166/ws.2007.001.

McBRIDE, M. et al. Riparian reforestation and channel change: A case study of two small tributaries to Sleepers River, northeastern Vermont, USA. **Geomorphology**, v.102, p. 3-4, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.05.008>

MELLO, C. C. A. O debate parlamentar sobre o projeto de transposição do rio São Francisco no segundo governo Fernando Henrique Cardoso (1998-2002). **Gestão Ambiental e Conflicto Social em América Latina**, p. 105-134, 2008.

MELO, Eloi. CONSIDERAÇÕES SOBRE A HIDRÁULICA DE CANAIS FLUVIAIS E DE CANAIS DE MARÉ. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s. l.], v. Volume 3, n. 2, p. 95-107, 9 jun. 1998. Disponível em: http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/5104/ebfc31b675a36d6850e195f12ef37db2_44883c86a47fae00b06a79107074b876.pdf?sequence=3. Acesso em: 1 dez. 2019.

MENDONÇA, F. A. **Geografia e meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2010.

MONTGOMERY, D. R. Process domains and the river continuum1 . **Journal of the American Water Resources Association**, v. 35 p.397- 410, 1999. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1999.tb03598.x>

MURRAY-RUST, D. H; VANDER VELDE, E.J. Changes in hydraulic performance and comparative costs of lining and desilting of secondary canals in Punjab, Pakistan. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 8, p. 137-158, 1994. <https://doi.org/10.1007/BF00881015>

MURRAY-RUST, D. H; VANDER VELDE, E.J. Changes in hydraulic performance and comparative costs of lining and desilting of secondary canals in Punjab, Pakistan. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 8, p. 137-158, 1994. <https://doi.org/10.1007/BF00881015>

NEVES, C.; CARDOSO, A.P. A Experiência Internacional Com Projetos De Transposição De Águas - Lições Para O Do Rio São Francisco. In: **XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Peru. Peru. 2009 14 p.

ODUM, H. T.; ODUM, B. Concepts and methods of ecological engineering. **Ecological Engineering** v. 20 p. 339-361, 2003. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2003.08.008>

OLIVEIRA, A.H. **Erosão Hídrica e Seus Componentes na Sub-Bacia Hidrográfica Do Horto Florestal Terra Dura, Eldorado Do Sul (RS)**. 2010. 179 f. Tese (Doutorado em: Conservação do Solo e da Água) -Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

OLIVEIRA, P. C .A. **Cenários Ambientais e Diagnose da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaribas, Uberlândia-MG**. 2009. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2009.

OLSON, P.L. **City Of Wilkeson - SMP Update: channel migration assessment**. Department of Ecology, Shorelands and Environmental ASSISTANCE. p. 34, 2011

PAUDYAL, G. N. et al. Optimization of design of on-farm channel network in an irrigation area. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 5, p. 383-395, 1991.

PHILLIPS H. History of the Water Supply of the Borough of Beaver. Published jointly by the Beaver Area Heritage Foundation and the Beaver County Tourist Promotion Agency. Pennsylvania, USA, 1972.

PHILLIPS, J. M. et al. Time-integrated sampling of fluvial suspended sediment: a simple methodology. **Hydrological Processes**, 14: 2589-2602, 2000. [https://doi.org/10.1002/1099-1085\(20001015\)14:143.0.CO;2-D](https://doi.org/10.1002/1099-1085(20001015)14:143.0.CO;2-D)

PIRES, E. V. R.; SILVA, R. A.; IZIPPATO, F. J.; MIRANDOLA, P. H. Geoprocessamento Aplicado a análise do uso e ocupação da terra para fins de planejamento ambiental na bacia hidrográfica do Córrego Prata – Três Lagoas (MS). *Revista Geonorte*, v. 2, n. 4, p. 1528–1538, 2012.

QUINTAL, R. Levadas da Ilha da Madeira. Da epopeia da água ao nicho de turismo ecológico **Ambientalmente sustentable**, v. I, n. 11-12, p. 137-155, 2011.

RAINA, A.N; DANGA, C, P. **Geography of Jammu & Kashmir State Jammu**, Srinagar: State of Jammu & Kashmir, 2010.

REIS, T.E.; BOAS, L.G.V.; OLIVEIRA, B.T.A.; FELIPPE, M.F. Caracterização Hidrogeomorfológica do Rio Paraibuna no Trecho Urbano de Juiz de Fora/MG. **Revista de Geografia**, Juiz de Fora, v. 2, n. 2, 2013

RELATÁRIO DE IMPACTO AMBIENTAL – RIMA. **Projeto de integração do rio São Francisco**. Distrito Federal: Ministério da Integração Nacional, 2004.

RENAULT, D. Modernization of furrow irrigation in the South-East of France automation at field level and its implications. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 2, p. 220-240, 1988. <https://doi.org/10.1007/BF01103623>

REPLOGLE, J. A. Practical technologies for irrigation flow control and measurement. U.S. Water Conservation Laboratory, **Agricultural Research Service**, v. 11, p. 241-259, 199.

RICHARDS, K., 1982. **Rivers: Form and Process in Alluvial Channels**. Methuen, USA, 358 pp, 1982.

RIJO, M; PEREIRA, L. S. Measuring conveyance efficiencies to improve irrigation management Water. **Irrigation and Drainage Systems** v. 3, p. 267-276, 1987

ROBINSON, M. **Impact of improved land drainage on river flows**. Institute of Hydrology. Wallingford. p. 233, 1990.

- RODRIGUES, J. A. SOUZA, F. Dimensionamento de sistemas de irrigação por sulcos abertos em declive para o vale do Jaguaribe aplicando o método do SCS, **Ciências Agrônomicas**. v. 22 (1/2) p. 169-178, 1991.
- ROSATI, D; KRAUS, N. C. Rapid Methods for estimating navigation channel shoaling. In: **29th Technical Conference & 40th TAMU Dredging Seminar**, Tempe. Tempe. 2009, p. 176-191.
- SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo – razão e emoção**. São Paulo: Edusp, 2002. 384p.
- SCHMIDT, M. Land use, land administration and land rights in Shigar, Baltistan. In: BEEK, M.V; PIRIE, F. (eds.) **Modern Ladakh: Anthropological perspectives on continuity and change**. Leiden: Brill. 2008.
- SCHNEIDER, Wolf. De Babilônia a Brasília: a cidade como destino do homem, de Ur a Utopia. São Paulo: Boa Leitura, 1950
- SCHUMM, S.A. **River metamorphosis** Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Journal of the Hydraulics Division, 95 (1969), pp. 255-273
- SHAACK, J. USBR canal lining experience. **Irrigation and Drainage Systems** 93- 99. 1986. <https://doi.org/10.1007/BF01422980>
- SHELLBERG, ET AL. The hydrogeomorphic influences on alluvial gully erosion along the Mitchell River fluvial megafan. **Hydrological Processes**. p.1-19. 2012
- SHEN, H. W.; YEN, B. C. 1984, Advances in openchannel hydraulics after V. T. Chow's book, **Journal of Hydrology**, 68, pp 333-348.
- SHIH, S. et al. Ecotechnologies Applied to Agricultural Irrigation and Drainage Channels: Case Study of the Taichung Irrigation Association In Taiwan. **Irrigation and Drainage**. v.60, p. 80-92, 2011. <https://doi.org/10.1002/ird.522>
- SIJBRANDIJ, P; VAN DER ZAAG, P. Canal maintenance: a key to restructuring irrigation management. A case of farmer participation and turnover from Mexico. **Irrigation and Drainage Systems**. v. 7, p.189-204, 1993. <https://doi.org/10.1007/BF00881279>
- SILVA, R. E. **Assinaturas topográficas humanas (ATH'S) no contexto dos canais derivados multifuncionais e suas repercussões hidrogeomorfológicas**. 2018. 266 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.
- SILVA, R. E.; RODRIGUES, S. C. Contribuições da Geomorfologia nos estudos de canais abertos artificiais. In: XI SINAGEO - **SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA**, 2016, Maringá. XI SINAGEO - SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA - Anais do Evento, 2016.
- SILVA, R. E.; Vieira, A.V.B; RODRIGUES, S. C. . Derivação da levada de água do Piscaredo, assinatura topográfica e impactos hidrogeomorfológicos. In: **Congresso Nacional de Geomorfologia - Portugal**, Porto. Anais, 2017
- SILVA, R.E.; ALLAN SILVA, G. A comunidade rural de Dourados no município de Patrocínio -MG: Contatos entre rural e urbano, as relações de resistência e sobrevivência no campo. **XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária -ENGA**. Uberlândia: UFU, 2012.

SILVA, R.E; RODRIGUES, S. C. Identificação de impactos e obras hidráulicas na bacia do córrego Estiva - Patrocínio/MG. In: **I Simpósio Internacional de Águas, Solos e Geotecnologias**, Uberaba. Uberaba, 2015.

SINGH, I; BHANGOO, K. S. **Irrigation System in Indian Punjab economics department**, Sirinagar: Centre for advanced studies, 2013.

SMITH, R.J; GILLIES, M.H. Head ditch hydraulics and the variability of inflows to irrigation furrows. **Irrigation and Drainage**, v. 59, n. 4 p. 442-452. 2010. <https://doi.org/10.1002/ird.495>

SNELL, M. lining old irrigation canals: thoughts and trials. **Irrigation and Drainage**. v.50 p. 139-157, 2001. <https://doi.org/10.1002/ird.13>

SOUZA, D.H.; HACKSPACHER, P.C.; TIRITAN, C.D.; RIBEIRO, L.F.B.; CAMPANI, M.M. Aplicação De Análise Morfométrica - Relação Declividade Vs. Extensão E Perfil Longitudinal Das Drenagens - Na Bacia Do Ribeirão Das Antas Para Detecção De Deformações Neotectônicas No Planalto De Poços De Caldas. **Revista de Geografia**. Recife, v. 27, n. 1, Set. 2010.

SOUZA, J.A; RIBEIRO, E. Transposição do rio São Francisco e seus efeitos sobre o território. **VII CBG**, 2004 (Anais).

STANFORD, J. A. et al. A general protocol for restoration of regulated rivers. **Regulated Rivers: Research e Management**, v. 12, p. 391-413. 1996. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1646\(199607\)12:4/53.0.CO;2-4](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1646(199607)12:4<391::AID-RRM434>3.0.CO;2-4)

STOTT, T. Fluvial geomorphology. **Progress in Physical Geography**, v. 34, n2, p. 221-245, 2010. <https://doi.org/10.1177/0309133309357284>

STRAHLER, A. N. Dimensional analysis applied to fluvial eroded landforms. **Geological Society of America Bulletin**, v.69, p.279-300, 1958.

TAROLLI, P. High-resolution topography for understanding Earth surface processes: opportunities and challenges. **Geomorphology**, 2014. (prelo)

TAROLLI, P. SOFIA, G. Human topographic signatures and derived geomorphic processes across Landscapes. **Geomorphology**, 2016. (prelo)

TESTEZLAF, R. Irrigação: métodos, sistemas e aplicações. -- Campinas, SP.: Unicamp/FEAGRI, 2017.

VERMILLION, D.L. Potential farmer contributions to the design process: Indications from Indonesia. **Irrigation and Drainage Systems** v. 4, p. 133-150, 1990. <https://doi.org/10.1007/BF01102802>

VIOLLET P. L. Water management in the early Bronze age civilizations. In: **Water Engineering and Management through Time: Learning from History**, F. Arregui (ed.), Taylor and Francis Group, London, UK, pp. 29–54, 2010.

WAHL, T.L. et al. Simplified design of flumes and weirs. **Irrigation and Drainage**, v. 54, p. 231-24, 2005. <https://doi.org/10.1002/ird.160>

WILLIAMS, P.B. **Rethinking Flood Control Channel Design**, New York: Civil Engineering, ASCE, 1990.

WOLMAN, M.G. **A cycle of sedimentation and erosion in urban river channels**
Geografiska Annaler, 49A (1967), pp. 385-395

WOLTERS, W. et al. Division of irrigation water in The Fayoum, Egypt. **Irrigation and Drainage Systems**, v. 1, p. 159-172, 1987. <https://doi.org/10.1007/BF01139327>

WONG, R. P. L.; KONDOLF, M. Usace flood control projects in Bay Area, Projets Usace de lutte contre les inondations dans la région de la baie de San Francisco. **Is Rivers**, p. 1-3, 2012.