

ALTERAÇÕES DE DRENAGEM EVIDENCIADAS PELO USO DE ÁREAS FLUVIAIS: O CASO DO RIO JAGUARIBE EM LIMOEIRO DO NORTE-CE

MAIA, R.P.¹.

¹Universidade Federal do Ceará - UFC. rubsonpinheiro@yahoo.com.br

CAVALCANTE, A.A.².

²Universidade Estadual do Ceará – UECE. a_cavalcante@uece.br

RESUMO

Entendidos como um dos principais agentes modeladores do relevo terrestre, as correntes fluviais drenam por todo o planeta uma variedade de províncias Geológico-Geomorfológicas como os cinturões orogênicos, os platôs/plataformas sedimentares e basálticas, as áreas cratônicas, as planícies em bacias sedimentares e os terrenos mistos (LATRUBESSE et al, 2005), representando para o ambiente natural, o mais importante agente transformador das paisagens, bem como o aspecto fundamental à ocupação humana. Do ponto de vista evolutivo, processos erosivos e deposicionais sempre atuaram de forma associada ao contexto geoambiental vigente, levando ora à dissecação do terreno, ora à deposição e diagênese. A predominância de um ou outro processo deriva diretamente dos processos tectônicos e climáticos. Porém, é necessário destacar que os processos de erosão e assoreamento atualmente têm-se apresentados não apenas como produto da evolução natural dos ambientes fluviais, mas como processos referentes à degradação e ao desequilíbrio geoambiental, resultado direto do modelo de utilização dos recursos naturais que permeia a quase globalidade. O presente trabalho propõe discutir de forma abrangente, os principais problemas ambientais do Rio Jaguaribe–Ce em seu baixo curso, dentro de um contexto político-econômico na qual está situado, enfocando principalmente o desmatamento das matas ciliares, os problemas de erosão e assoreamento, bem como a geodinâmica fluvial. Com isso, far-se-á uma sistematização do processo de mudança de canal do Rio Jaguaribe, relacionando-o com os processos de erosão e assoreamento evidenciados principalmente nas últimas décadas. Além de levantamentos bibliográficos foram realizados perfis topográficos em quatro pontos distintos, bem como análise de fotografias aéreas (1988) e imagens de satélite (2002) para fins de comparação de períodos. Os resultados deste trabalho reafirmam que o uso desordenado das margens do rio Jaguaribe nos anos 90, desencadeou processos de assoreamento deste canal, resultando no progressivo abandono de leito, e conseqüentemente, o desenvolvimento de uma vegetação permanente de porte arbustivo denso em toda seção deste canal. Como conseqüência deste fato, o rio passou a ser drenado por um outro canal (antes apenas um filete de água), denominado rio Quixeré, promovendo, assim, o desaparecimento de cerca de 10Km do canal original.

Palavras-Chave: Morfodinâmica Fluvial; Agricultura; Baixo-Jaguaribe.

INTRODUÇÃO

Entendidos como um dos principais agentes modeladores do relevo terrestre, as correntes fluviais drenam por todo o planeta uma variedade de províncias Geológico-Geomorfológicas como os cinturões orogênicos, os platôs/plataformas sedimentares e basálticas, as áreas cratônicas, as planícies em bacias sedimentares, e os terrenos mistos (LATRUBESSE et al, 2005) e representam para o ambiente natural o mais importante agente transformador das paisagens, bem como representa aspecto fundamental à ocupação humana. A água que escoia sobre a terra apresenta-se como o maior agente erosivo externo, tendo seu trabalho associado à erosão, ao transporte e a deposição de todo material

erodido, assemelhando-se, dessa forma, a um trabalho de uma esteira de pedreira com várias ramificações, em um processo constante de retirar, transportar e colocar material em um novo lugar. Assim, pode-se imaginar então, como tem sido a transformação dos continentes no decorrer da história natural, através do trabalho desenvolvido pelas correntes fluviais, que é sem dúvida um dos mais importantes para a compreensão dos problemas de erosão e assoreamento de cursos d'água evidenciados nos dias atuais.

Do ponto de vista evolutivo, processos erosivos e deposicionais sempre atuaram de forma associada ao contexto geoambiental vigente, levando ora a dissecação do terreno, ora à deposição e diagênese. A predominância de um ou outro processo deriva diretamente dos processos tectônicos e climáticos (alterações do nível de base local produzidas pelas alterações nos sistemas produtores de chuva). Porém, é necessário destacar que os processos de erosão e assoreamento atuais têm-se apresentados não apenas como produto da evolução natural dos ambientes fluviais, mas como processos referentes à degradação e ao desequilíbrio geoambiental, resultado direto do modelo de utilização dos recursos naturais que permeia a quase globalidade.

No afã de promover alguma forma de desenvolvimento para uma região, as sociedades humanas, seja em regiões rurais ou urbanas, sempre causam impactos no ambiente em que vivem, tanto no meio biótico como ao meio abiótico. Exemplo desses impactos são vistos no mau uso do solo e da água, tanto em áreas rurais como em áreas urbanas, com conseqüências frequentemente noticiadas, como desmatamentos, erosão, poluição e contaminação de lençóis freáticos e demais corpos d'água, além do freqüente acúmulo de materiais tóxicos e/ou nocivos à saúde humana e aos demais seres vivos que compõem a comunidade biótica do ecossistema em questão.

Nesse contexto, a erosão destaca-se como um problema que acompanha a humanidade desde seus primórdios. Os problemas relacionados ao sedimento e obras hidráulicas remontam há pouco mais de 2.000 a.C., segundo documentos históricos e vestígios de obras antigas encontradas na China, Egito e Mesopotâmia. Observações do nível de água dos rios, e ainda, das marcas de enchentes também têm registros bastante antigos. No entanto, apesar dos problemas de erosão e assoreamento já terem causado prejuízos em muitos países, as informações sedimentológicas correspondente aos registros de vazão sempre foram muito negligenciadas (CARVALHO, 1994). Atualmente, a erosão hídrica, que é, sobre grande parte do nosso planeta, a mais importante forma de erosão (ZACHAR, 1982), constitui o principal problema relacionado aos processos interativos

fluviais no que diz respeito ao transporte e à decantação de partículas, bem como diminuição de velocidade de fluxo e assoreamento de cursos d'água.

É sabido que desde os tempos coloniais é intensa a construção de barragens e açudes nos rios da região Nordeste, tanto para gerar energia elétrica quanto para aumentar a disponibilidade de água. Destas obras, sabe-se que dentre os principais impactos negativos estão as mudanças do regime hidrológico a jusante promovido pela alteração do fluxo fluvial e de sedimentos.

Diante o exposto, o presente trabalho propõe discutir de forma abrangente, os principais problemas ambientais do Rio Jaguaribe–Ce em seu baixo curso, dentro de um contexto político-econômico na qual está situado, enfocando principalmente o desmatamento das matas ciliares, os problemas de erosão e assoreamento, bem como a geodinâmica fluvial. Com isso, far-se-á uma sistematização do processo de mudança de canal do Rio Jaguaribe, relacionando-o com os processos de erosão e assoreamento evidenciados principalmente nas últimas décadas.

ÁREA DE ESTUDO

O Rio Jaguaribe, principal recurso hídrico do Estado do Ceará, constitui-se como de fundamental importância sócio-ambiental no contexto Nordestino, haja vista as condições de adversidade climáticas na qual a região é submetida. Com 610Km de extensão o Rio Jaguaribe nasce e deságua em território cearense, drenando praticamente metade do território estadual. Apresenta uma bacia hidrográfica com 72.000 Km² inserida completamente dentro do domínio do clima semi-árido (Figura 01).

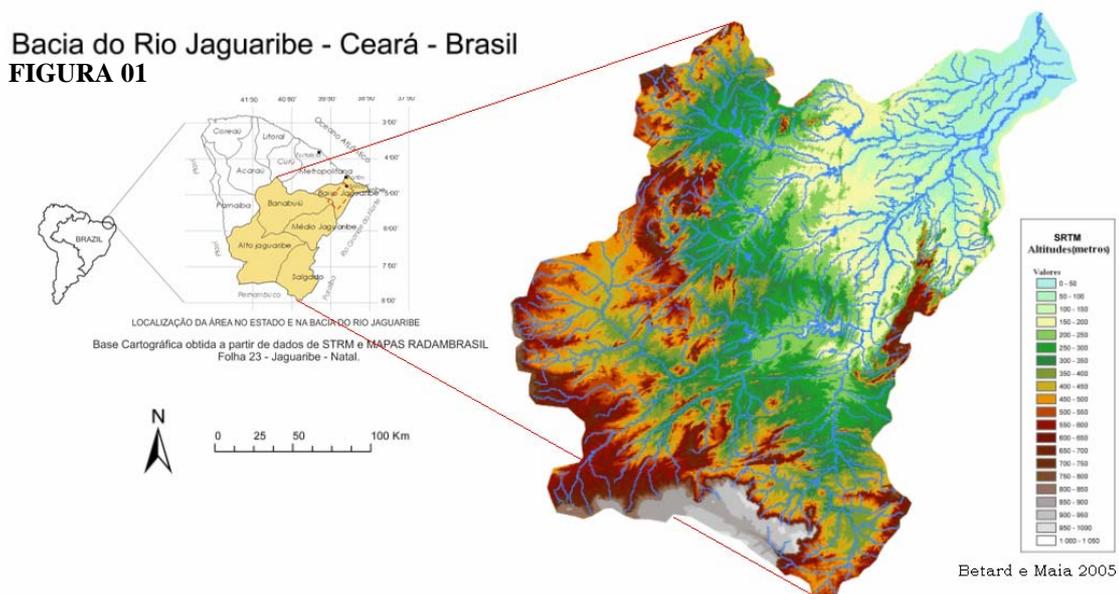


Figura 01- Mapa altimétrico da Bacia do Rio Jaguaribe - Ceará - Brasil

Com tamanha dimensão, a bacia hidrográfica do Rio Jaguaribe drena os mais diferentes espaços quanto à estrutura geológica e ao relevo. Tal heterogeneidade não se observa no que diz respeito ao clima e a precipitação que fica em torno dos 750 mm anuais. Estando situada no Nordeste Brasileiro, em meio à deficiência pluviométrica típica dessa região, a bacia do Rio Jaguaribe sustenta diversas atividades econômicas de relevância para o Estado, sendo a agricultura irrigada a que assume maior destaque.

Em seu baixo curso, desenvolve uma planície com cerca de 80Km de extensão por 10Km de largura, onde se concentram as atividades agrícolas mais importantes do Estado. Especialmente o Baixo Jaguaribe vem se destacando, nos últimos anos, do restante do território cearense, exceto da Região Metropolitana, por um rápido processo de implantação de inovações, notadamente associadas à atividade agropecuária. Seu processo de territorialização destaca a agropecuária e o extrativismo vegetal como suporte básico do povoamento, da urbanização e da formação dos demais setores econômicos. Desde a década de 70 a força dessas atividades permanecem, mas dentro de uma nova dimensão técnica, passando por um importante processo de reestruturação produtiva (ELIAS, 2002).

Tal processo tem levado a substituição das atividades tradicionais (extrativismo e agropecuária) em detrimento de uma atividade agrícola moderna de produção de frutas tropicais para exportação e grãos (feijão, arroz e milho). Nesse contexto de inserção econômica do baixo vale do Rio Jaguaribe no mercado mundial, vão evidenciar-se os principais impactos relacionados às obras hidráulicas e, principalmente, ao desmatamento.

Nossa contextualização, parte da análise dos caracteres geomorfológicos fluviais e o enfoque principal é dado a partir da configuração atual que o rio assume na transição do médio para o baixo curso, quando este adquire características diferenciadas pelas novas condições do terreno, pois deixa as áreas cristalinas à montante e passa a desenvolver seu percurso em uma extensa planície aluvial que se alarga a jusante (Figura 02).

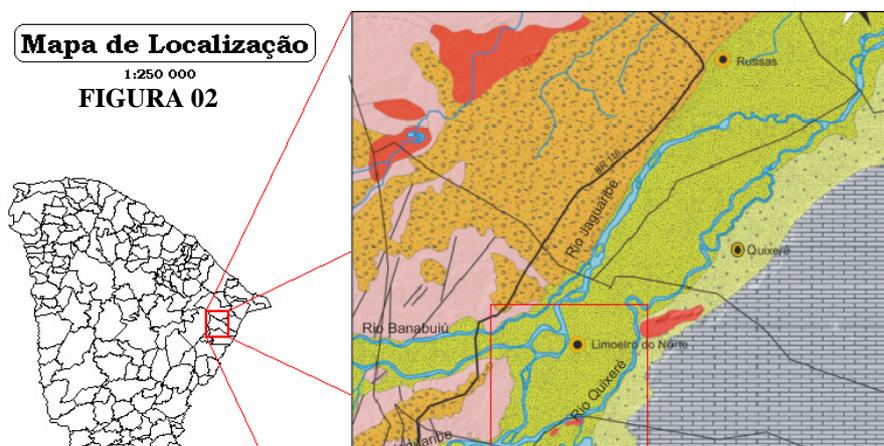


Figura 2- Mapa de Localização

Situado no setor leste do Estado do Ceará, o baixo vale do Jaguaribe, compreende a sub-bacia hidrográfica de denominação homônima. Trata-se de uma área cuja principal característica está representada por um vale situado no nível de 30m de altitude, circundado por relevos mais elevados nas margens direita e esquerda. Paralelamente, uma vertente com inclinação bastante variável separa o nível da planície fluvial com o front da cuesta do Apodi, situada à direita à 180m de altitude, aproximadamente. Em virtude de sua inexpressiva inclinação, configura um platô onde comumente costuma-se chamar de chapada do Apodi. Do lado esquerdo, a planície limita-se com os depósitos fluviais Tércio-quaternários da Formação Faceira, que também se situam em um nível mais elevado de aproximadamente 80m, configurando um desnível topográfico entre sua superfície e o baixo vale, da ordem de 50m (Figura 03).

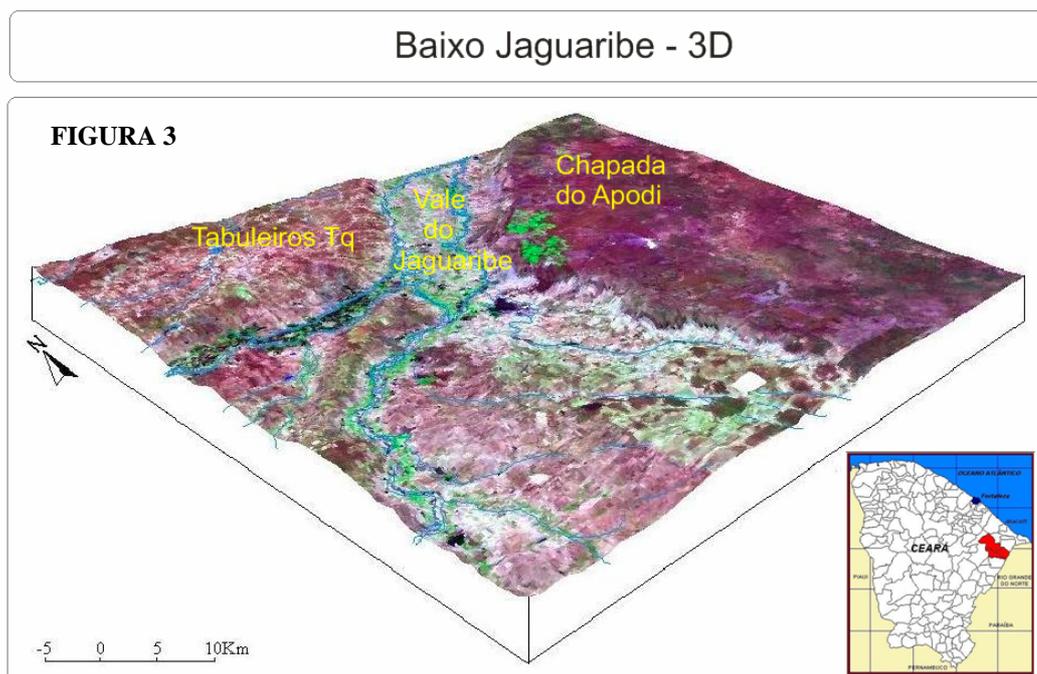


Figura 3- Baixo Jaguaribe em 3D

A topografia do baixo Jaguaribe é representada por sucessivos planos separados por desníveis variados, sendo toda a área notavelmente aplainada, composta por sedimentos de idade, origem e níveis litogênicos diferenciados, com destaque para os aluviões.

Os aluviões atuais e sub-atuais, constituem a maior parte do baixo Jaguaribe, alargando seus depósitos a partir da cidade de Tabuleiro do Norte, onde os principais rios (Jaguaribe e Banabuiú) delimitam seu curso.

Este é o baixo Jaguaribe propriamente dito, no qual os dois grandes rios vão misturar suas águas, caminhando com dificuldade pelos leitos sinuosos e variados até a zona do estuário, serpenteando entre o maciço cristalino a oeste e a falésia dos calcários do Apodi, a leste, no meio de florestas de carnaúba que revestem as zonas baixas inundáveis (SUDENE/ASMIC, 1967).

METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos-operacionais utilizados no desenvolvimento desta pesquisa partiram de uma apreciação da literatura específica sobre dinâmica fluvial, acompanhada de uma avaliação preliminar da cartografia da área. Paralelamente foram levantados dados sobre o histórico de uso e ocupação da área, mediante pesquisas já realizadas na mesma.

Foram utilizadas, para fins comparativos fotografia aéreas de 1988 cedidas pelo Instituto do Desenvolvimento Agrário do Ceará - IDACE, além de imagens digitais ETM LANDSAT 5 2002 cedidas pela Companhia de Gestão do Recursos Hídricos do Ceará - COGERH.

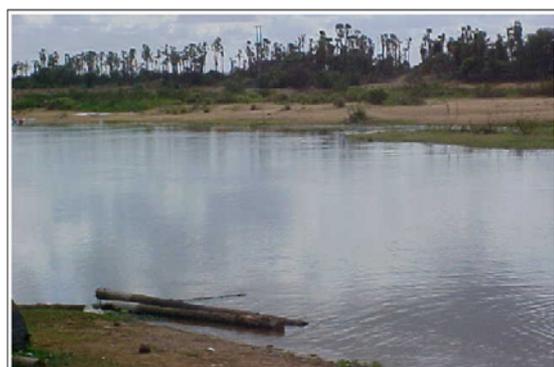
Em campo foram realizados perfis topográficos em quatro seções transversais, sendo um no canal assoreado (Rio Jaguaribe) e três no canal atualmente detentor do deflúvio deste rio. Para tanto utilizou-se um conjunto de teodolite e mira do Laboratório de Cartografia da FAFIDAM. Os dados dos perfis foram trabalhados no Programa *Excel* e posteriormente plotados no Programa *Surfer*.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Estando inserida em uma área sedimentar constituída principalmente de solos aluvionares com intenso potencial para uso agrícola, e possuindo disponibilidade hídrica significativa dentro de uma região semi-árida, é fácil compreender como esta região atrela-se, principalmente a partir da década de noventa do século vinte ao modo de produção mais desenvolvido do ponto de vista econômico e mais impactante do ponto de vista social e ambiental.

Desde o início do século XX o Baixo Jaguaribe teve na produção familiar os sítios de fruticultura irrigada com técnicas de produção tradicionais, a atividade econômica de vanguarda. A partir da reestruturação produtiva evidenciada, principalmente a partir da década de noventa do século passado, a fruticultura tradicional e o extrativismo vegetal foram substituídos pela rizicultura irrigada. Amplamente cultivada nas várzeas, a rizicultura dizimou os carnaubais, típicos da flora local, ofereciam sem custos através do extrativismo, vários produtos que davam sustentabilidade aos camponeses no período de estiagem. O desmatamento da mata ciliar provocou mudanças no percurso do rio em virtude do assoreamento. Hoje, na altura da cidade de Limoeiro do Norte o curso principal apresenta-se completamente colmatado. Em função disso, todo seu deflúvio atualmente é drenado pelo rio Quixeré, que antes constituía apenas um braço do curso original (Figura 4 e 5).

A degradação das formações ciliares não pode ser discutida sem considerar sua inserção no contexto do uso do solo brasileiro. No Brasil, assim como na maioria dos países, a degradação das áreas ciliares sempre foi, e continua sendo, fruto da expansão desordenada da fronteira agrícola (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004).



A expansão das áreas de cultivo, além de ter uma dimensão vertical, no que diz respeito à intensidade do uso potencial da terra com o aumento de produção por unidade de área, possui uma dimensão horizontal que configura um quadro de devastação em função do constante aumento das áreas agrícolas. Tal expansão tem sido feita sem um planejamento ambiental prévio que conduza à delimitação e ao zoneamento dos ambientes, levando em consideração sua fragilidade associada.

Para implantação do novo padrão de produção, a comunidade florística regional, que constituía a mata galeria do rio e possuíam elevado poder de sustentação das margens pela densidade de raízes que apresentavam, foram retiradas por desmatamento para ampliação da área cultivada. Com a retirada da mata ciliar houve o solapamento das margens que se deu através do processo de corrosão lateral que desgastou as encostas através do atrito mecânico e do impacto das partículas carregadas pela água. Dessa forma, a erosão fluvial do rio Jaguaribe se deu por vigorosa corrosão lateral contra as margens, já desprotegidas pela ausência da mata ciliar, que provocou o alargamento do canal e a diminuição da velocidade da corrente favorecendo, portanto, os processos de decantação das partículas em suspensão, agravando o assoreamento. Isso se dá porque quando a energia cinética de uma corrente fluvial é negativa a corrente fluvial tende a depositar todo o material detrítico transportado.

Essa realidade provocou uma aguda perda de profundidade do talvegue em um trecho de aproximadamente 10 Km a partir da bifurcação rio Jaguaribe - rio Quixeré até o encontro do rio Banabuiú com o Jaguaribe, ou seja, parte do percurso natural do Rio Jaguaribe foi praticamente nivelado topograficamente com as margens que atualmente são difíceis de serem identificadas (Figura 6).

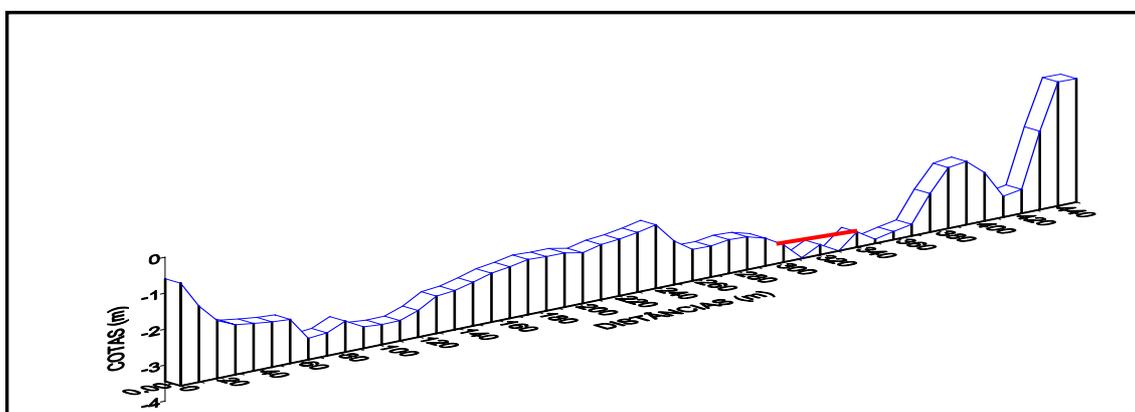


Figura 6 – Perfil topográfico (1) realizado no braço assoreado do rio Jaguaribe (Janeiro, 2004). Observar largura do canal (450m), bancos arenosos e pequena lâmina d'água.

O fluxo fluvial de um rio é definido basicamente pela fórmula: $Q = A \times V$. Esta equação demonstra que a vazão (Q) depende da área (A) da seção do canal e da velocidade de fluxo. Isso indica que a relação da seção do canal com a velocidade de fluxo determinará o tamanho máximo do material transportado. No caso do Jaguaribe a competência e capacidade do rio foram decrescidas pelo aumento da seção que diminuiu a velocidade de corrente e favoreceu os processos deposicionais. Assim, a alteração da eficiência do fluxo que neste caso se deu pela perda de velocidade das águas e conseqüentemente das condições de transporte, selaram o trajeto original, pois o acréscimo do raio hidráulico ocasionou um decréscimo na velocidade de corrente e conseqüentemente deposição do material transportado.

Assim, a morfologia fluvial, no que diz respeito à declividade das margens e a largura da seção transversal foram decrescidas e acrescidas respectivamente, fato este evidenciado a partir da elaboração de perfis topográficos executados em campo que possibilitaram a constatação de que no leito do Rio Jaguaribe, no setor pesquisado, há uma reduzida inclinação das margens em direção ao seu leito, em contraposição aos valores mais elevados existentes no Rio Quixeré (Figura 7).

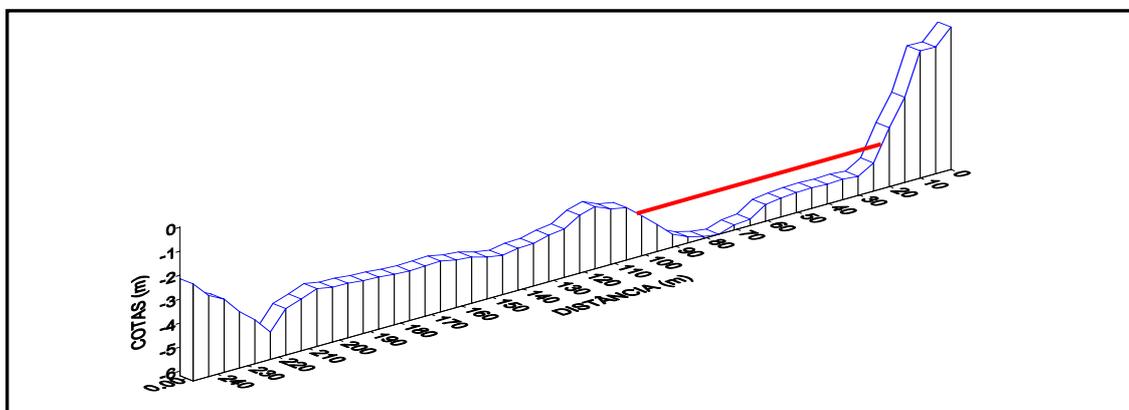


Figura 7 – Perfil topográfico (2) realizado no rio Quixeré (Janeiro, 2004). Observar canal com característica mais definidas (margens, leito maior e leito menor) e menos alarguecido (240m). Os perfis 2A e 2B mostram outros dois perfis a poucos quilômetros à jusante.

Observando os gráficos 01 e 02, é possível verificar a diferença de altura das margens pelas cotas representadas no eixo (Y), onde no braço do rio Jaguaribe nota-se uma queda suave, principalmente, na margem esquerda, local onde as atividades foram mais intensas. Apresentando uma média de 500m de secção transversal, o Rio Jaguaribe apresenta uma diminuição relativa à declividade das margens em uma secção mais larga

possuidora de um gradiente topográfico inferior quando comparada à secção do Rio Quixeré detentor de margens mais conservadas, com alturas mais elevadas e leito maior e menor definidos. Diferente do braço do rio Jaguaribe, que tem vazão praticamente nula, a vazão do rio Quixeré neste ponto é de aproximadamente $7\text{m}^3/\text{s}$ (estiagem), mantendo todos os caracteres morfológicos fluviais.

A definição de um canal mais elaborado constata-se também em outros pontos à jusante do perfil do rio Quixeré (perfil 2), mostrando maior conservação de margens ao longo do canal em todo o trecho estudado, onde as atividades quanto ao uso de margens foram, e continuam sendo, menos expressivas (Figura 8A e 8B).

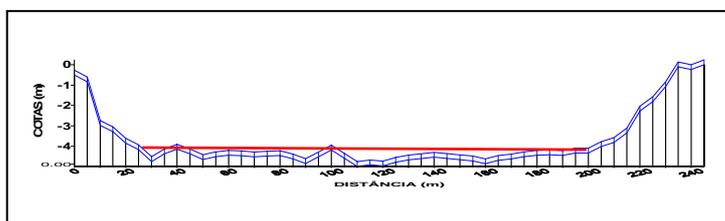


Figura 8A – Rio Quixeré à jusante do perfil 2 e da Barragem das Pedrinhas. Observar margens bem definidas. A lâmina d'água neste ponto é alimentada continuamente pela Barragem.

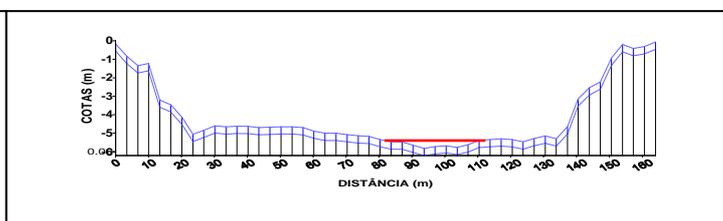


Figura 8B – Rio Quixeré à jusante do perfil 2A e de um pequeno barramento na localidade de Cabeça Preta. Observar canal mais estreito e margens bem definidas. A restrição da lâmina d'água deve-se à forma da alimentação do canal pela passagem molhada, principalmente no período de estiagem.

CONCLUSÕES

Normalmente, os rios de regiões semi-áridas não permitem o desenvolvimento florístico em seu leito maior dada a existência dos transbordamentos sazonais derivados das oscilações dos regimes de precipitação. As constantes variações de vazão ocorridas anualmente, elaboram canais com leitos (maior e menor) bem definidos, onde o espaço referente ao leito maior fica submetido a uma lâmina d'água variável de acordo com a intensidade da precipitação anual e é em função destes transbordamentos que o leito maior se mantém sempre sem cobertura vegetal, dada a impossibilidade do estabelecimento desta diante as elevações anuais dos níveis de base.

O progressivo abandono de leito possibilitou o desenvolvimento de uma vegetação permanente de porte arbustivo denso em toda secção do canal assoreado (Rio Jaguaribe). Tal fato fora possibilitado pela inexistência de fluxo hídrico decorrente do baixo gradiente e alargamento do canal, em que os períodos de acréscimo dos valores de precipitação proporcionaram a existência de uma área mais úmida em superfície em relação as áreas além várzea, juntamente ao acúmulo de M.O. fornecido pelas cheias anuais, promovendo o

desenvolvimento dessa vegetação, que constitui atualmente o principal indicativo do assoreamento.



Nesse sentido, verifica-se que o leito maior do rio Jaguaribe e em intensidade relativa o leito menor, encontram-se tomados por vegetação do tipo arbustiva densa, o que leva a dedução do abandono de canal diante as condições de elevado assoreamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, N.O. **Hidrossedimentologia Prática**. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais CPRM/ ELETROBRÁS. Rio de Janeiro, 1994.
- ELIAS, D.S. **O Novo Espaço da Produção Globalizada**: o baixo Jaguaribe-ce. Fortaleza, FUNECE, 2002.
- MAIA, R.P.; CAVALCANTE, A.A. Rio Jaguaribe: Dinâmica Territorial e Impactos Emergentes. **Anais do XIII Encontro de Iniciação Científica da UECE**, 2004.
- SUGUIO, K.; BIGARELLA, J.J. **Ambientes Fluviais**. 1ª ed. Florianópolis, Editora da UFSC: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1990.
- BRASIL. MI. SUDENE/ASMIC. Estudos de Base do Vale do Jaguaribe. Recife. **Monografia Hidrológica** vol. 5, 1967.
- LATRUBESSE, E.M; STEUVAX, J.C; SINHA, R. Grandes Sistemas Fluviais Tropicais: Uma Visão Geral. in: **Rev. Brasileira de Geomorfologia**. Ano 6, N°1, Uberlândia-UFU, 2005.

ZACHAR, D. **Soil erosion: developments in soil science**. New York, Elsevier Scientific, 1982.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação das florestas ciliares. In: Rodrigues, R.R. & Leitão Filho, H.F. (Org.). **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. 3 ed. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2004, v. 1, p. 235-248.