



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII - ARARUNA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

HERIVELTON RUAN OLIVEIRA LUNA

**ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE UMA OBRA DE
DRENAGEM EM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE: JACARAÚ – PB**

ARARUNA - PB

2015

HERIVELTON RUAN OLIVEIRA LUNA

**ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE UMA OBRA DE
DRENAGEM EM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE: JACARAÚ – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Drenagem Urbana

Orientador (a): Msc. Erick dos Santos Leal

ARARUNA - PB

2015

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

L961a Luna, Herivelton Ruan Oliveira

Análise dos impactos socioambientais de uma obra de drenagem em município de pequeno porte: Jacaraú – PB [manuscrito] / Herivelton Ruan Oliveira Luna. - 2015.
20 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Tecnologia e Saúde, 2015.

"Orientação: Me. Erick dos Santos Leal, Departamento de Engenharia Civil".

1. Drenagem urbana. 2. Erosão. 3. Assoreamento. I. Título.

21. ed. CDD 628.21

HERIVELTON RUAN OLIVEIRA LUNA

**ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE UMA OBRA DE
DRENAGEM EM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE: JACARAÚ – PB**

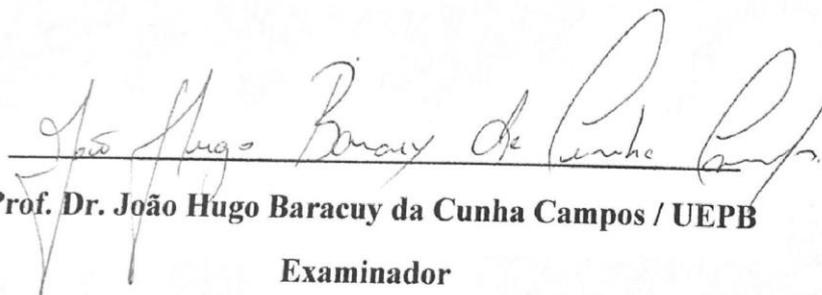
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado em Engenharia Civil,
da Universidade Estadual da Paraíba, em
cumprimento à exigência para obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 17 / 06 / 2015.



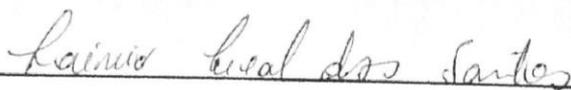
Prof. Msc. Erick dos Santos Leal / UEPB

Orientador



Prof. Dr. João Hugo Baracuy da Cunha Campos / UEPB

Examinador



Prof. Dr. Laércio Leal dos Santos / UEPB

Examinador

À minha mãe e ao meu pai, por total atenção e
dedicação, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, “Dona Táta”, por cada mala carregada quando me deixava na rodoviária, por cada lágrima derramada ao me ver partir.

Ao meu pai, “Seu Naldo”, “Mestre Naldo”, por todo o esforço e dedicação para me manter longe de casa.

Ao Professor Erick, peça fundamental para que esse trabalho pudesse ser concluído.

Aos demais professores, pelos valiosos conhecimentos passados durante os últimos 5 anos.

À tia Socorro e à tia Nélia, pelo carinho e atenção, que sempre me apoiaram.

À minha namorada, Lizandra Tavany, por toda cumplicidade e paciência, durante a maior parte da minha graduação.

Aos amigos de turma pelos 5 anos de convivência.

ANÁLISE DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE OBRA DE DRENAGEM EM MUNICÍPIO DE PEQUENO PORTE: JACARAÚ – PB

LUNA, Herivelton Ruan Oliveira¹

RESUMO

A ocupação habitacional mal planejada é inerente ao crescimento da população, gerando problemas de drenagem urbana em vários municípios. A impermeabilização da área a montante, região mais alta, associada à ausência de uma estrutura de drenagem adequada e ao mal planejamento, geraram diversos problemas no bairro São José, em Jacaraú-PB. O alto índice pluviométrico e a geologia da região trouxeram consigo uma série de problemas socioambientais: crateras foram formadas, gerando risco para os moradores e os que ali transitam, restringindo a população local à serviços básicos de saúde, por exemplo, além de assorear o corpo hídrico da região. Obras de drenagem possuem custo relativamente elevado, mas os benefícios sociais e ambientais alcançados são bastante significativos. O objetivo deste trabalho é apresentar uma análise quantitativa e qualitativa acerca dos impactos socioambientais de uma obra de drenagem no município de Jacaraú –PB. Foram identificados fatores que contribuíram para aumentar os impactos sociais e ambientais gerados, na região, pela ausência de sistema de drenagem, a exemplo das relações entre o alto índice pluviométrico, a topografia, o tipo de solo e o relevo. Os dados demonstram que a implantação de sistema de drenagem, em geral, proporciona uma maior dignidade e uma melhor qualidade de vida para os moradores, porém, requer diversas ações descentralizadas de planejamento.

Palavras-Chave: Drenagem urbana. Erosão. Assorear.

1 INTRODUÇÃO

Cidades em todo o planeta padecem com os eventos hidrológicos de variada magnitudes e escalas, devidas ao ciclo hidrológico terrestre e a maneira errônea com que se deu a ocupação urbana nas bacias hidrográficas (SOUZA E CORDEIRO, 2005).

De acordo com Righetto et. al. (2009), a ocupação urbana sem planejamento, aliado a inexistência de infraestruturas necessárias ao desenvolvimento harmônico da cidade, desencadeia o surgimento de problemas de drenagem devido a eventos hidrológicos de alta intensidade.

¹ Aluno de graduação em Engenharia Civil na Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII
Email: ruanlunacg@gmail.com

O sistema de drenagem pode ser entendido como o conjunto da infraestrutura existente em uma cidade responsável pela coleta, transporte e o lançamento final das águas superficiais. É constituído por uma série de medidas, estruturais e não estruturais, que visam minimizar os riscos a que estão expostas as populações, diminuindo os prejuízos causados pela erosão, desabamentos, escorregamentos de terra e inundações (TUCCI et al. 2001).

As medidas estruturais consistem nas chamadas obras-hidráulicas. Possuem como objetivo acelerar de maneira eficiente o escoamento de águas pluviais, melhorando a condição de vazão, transporte e deságue nos corpos d'água receptores, mediante a construção de instrumentos como bocas de lobo e poços de visita interligados com tubulações corretamente dimensionadas em função da vazão de cheia e a declividade do local. As não estruturais consistem em medidas destinadas a regulamentação do uso do solo e à orientação da população quanto aos possíveis danos causados por deslizamentos, erosão, desabamento, alagamentos (PHILIPPI JR. et al. 2005).

O planejamento, acompanhamento e fiscalização, necessários à organização da ocupação do espaço durante o processo de urbanização, necessitam de conhecimento das relações funcionais dos diferentes elementos da paisagem natural. Os moldes da ocupação mal planejada da malha urbana vêm interferindo nos padrões de escoamento superficial (ROSS, 1994).

De acordo com FCTH (1999), a ocupação urbana, através da impermeabilização do solo, gera um aumento em torno da ordem de 300 a 400% do excedente de água em superfície e conseqüente intensificação do escoamento. Esse escoamento direcionado para regiões sem pavimentos ou sistema de drenagem, associadas às características do solo e da topografia da região provocam graves problemas.

Para Sousa e Cordeiro (2005), esse volume escoado ao atingirem mais rapidamente os canais e corpos receptores, naturais e artificiais, de maneira desordenada, promovem o assoreamento, reduzindo sua capacidade de drenagem quando da ocorrência de uma chuva intensa ou muito intensa.

Desde a década de 80, o município paraibano de Jacaraú passa por problemas sociais e ambientais relacionados à drenagem urbana, devido ao crescimento urbano e ocupação desordenada, associada à elevada pluviometria, topografia acidentada, características da geologia e geomorfologia da região, além da baixa cobertura do sistema de drenagem, principalmente nas regiões mais baixas. No bairro São José, várias ruas apresentam erosões que chegam a 2 metros de profundidade, sendo conhecidas popularmente como "Ruas do

Buraco”. Atualmente, está em curso uma ampliação do sistema de drenagem e pavimentação no município.

Assim, o objetivo deste trabalho é identificar e analisar os impactos socioambientais relacionados à drenagem urbana no bairro São José do município de Jacaraú, caracteristicamente de pequeno porte.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de Estudo

O presente estudo foi realizado no município de Jacaraú, localizado no litoral norte do estado da Paraíba, com área de aproximadamente 253 km² e população de 13.952 habitantes (IBGE, 2010).

Localiza em zona de chuvas abundantes com precipitação pluviométrica média anual de 1.200 mm, influenciado pelos ventos do sudeste (alísios), que sofrem desvios nas áreas serranas, incidindo no fluxo das massas de ar. O período com maior intensidade de precipitação ocorre nos meses de março a julho, com maior incidência nos meses de abril e maio (AESAs, 2014).

Sua formação geológica predominante é do tipo Barreiras (Figura 1), constituída por sedimentos não consolidados, compostos de arenitos, siltitos, argilitos e conglomerados, frequentemente lenticulares, formando falésias, em grandes trechos, principalmente no litoral nordestino. Possuem geomorfologia de relevos tabulares a inclinados de altura variável, apresentando alta suscetibilidade à erosão (FURRIER, 2007).

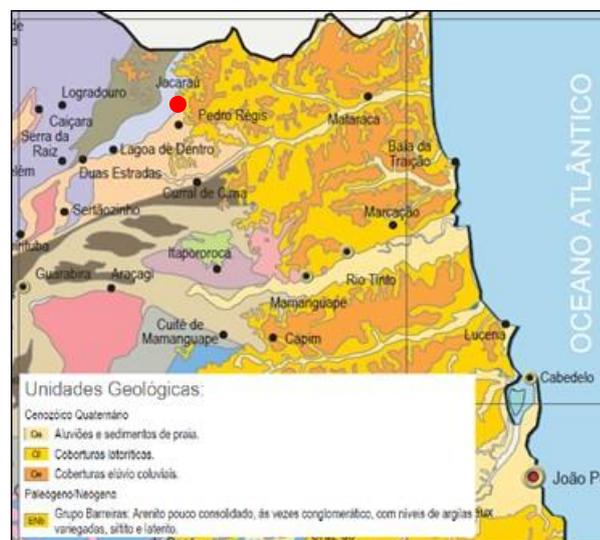


Figura 1 – Unidades geológicas do Estado da Paraíba.

Fonte: Adaptado de Atlas do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba, 2000.

O bairro São José (Figura 2), ocupa aproximadamente 0,6 km² da zona urbana do município, onde ocorrem sérios problemas de drenagem, agravados pela pavimentação de ruas sobrejacentes, gerando um acréscimo significativo na carga do escoamento pluviométrico superficial. Esse escoamento elevado, a ausência de sistemas de drenagem, aliado à formação geológica local provocaram erosão, com assoreamento e sobrecargas do corpo hídrico, além de problemas sociais, como a impossibilidade de acessos a serviços básicos pelos moradores.



Figura 2 – Bairro São José /Jacaraú-PB.
Fonte: Google Earth, 2015.

Atualmente, está em fase de implantação um projeto de drenagem e pavimentação de 26 ruas do município de Jacaraú-PB, com o objetivo de amenizar os problemas causados pelo escoamento de águas pluviais. Ao término da obra deverão ter sido pavimentadas 36.376,22 m², com 12.125,45 m de meio fio. Na drenagem estão previstas 125 unidades de bocas de lobo, interligados a partir de tubos de concreto armado de 400 mm à 43 unidades de poços de visita (Figura 3). Tais poços de visitas deverão interligar 1366,00 m de tubos de 600 mm, 279,00 m tubos de 800 mm, 440,00 m de tubos de 1000 mm e 360,00 m de tubos de 1200 mm, e este último ligará a drenagem que vem sendo executada ao canal já mencionado neste trabalho. Aproximadamente 3200 moradores serão diretamente beneficiados ao término da obra.



Figura 3 – Execução de um poço de visita e de suas ligações com os tubos de concreto armado.
Fonte: Arquivo pessoal, 2015.

Assim, esse trabalho apresenta um levantamento dos impactos ambientais e sociais de uma obra de pavimentação e drenagem no município de Jacaraú/PB. Para isso, foi realizado um levantamento em campo de registros fotográficos, depoimentos de moradores e revisão bibliográfica.

3 ASPECTOS AMBIENTAIS E SOCIAIS

3.1 Aspectos ambientais

3.1.1 A Erosão

O escoamento deriva da declividade do solo e de condições climáticas locais. A erosão é função do atrito da água do escoamento superficial pluviométrico com o solo que, além de desintegrar parcialmente os agregados naturais, libertam as partículas finas, projetando-as para fora do maciço, seguindo o fluxo e, conseqüentemente, depositando-se, assoreando o corpo hídrico da bacia. O poder erosivo da água depende da densidade e velocidade do escoamento, da espessura da lâmina d'água, da inclinação e comprimento da vertente, além da presença de vegetação (MAGALHÃES, 1995).

Na área de estudo, estão localizadas ruas popularmente conhecidas como “Ruas do Buraco”, onde foram formadas verdadeiras “crateras” criadas pelo escoamento superficial da água ao longo dos anos. As valas se estendem por uma faixa de aproximadamente 700 m, com secções transversais trapezoidais, bastante semelhantes a canais com esta mesma secção,

medindo em média 5,00 m em sua base maior (parte superior), 3,00 m na base menor (parte inferior) e com altura de 2,00 (Figura 4).



Figura 4 – Rua do Buraco, Jacaraú – PB.
Fonte: Adaptado de Blog do Mago, 2013.

A erosão consiste no desprendimento de partículas sólidas do solo devido à geologia local e ao atrito do escoamento superficial proveniente da precipitação pluviométrica. A taxa de erosão representa o volume de solo removido em uma determinada área, consiste na razão entre o volume ou peso do material erodido por área e por tempo. Com base na expressão proposta por Magalhães (1995), as “Ruas do Buraco” possuem uma taxa de erosão de aproximadamente $492 \text{ m}^3/\text{km}^2.\text{ano}$. Fazendo uma comparação com os valores obtidos por Collischonn e Tucci (2007), Tabela 1, pode-se verificar que a taxa de erosão obtida para o município de Jacaraú é considerada elevada para uma bacia urbana.

Tabela 1 – Taxa de material erodido/sedimento na drenagem urbana de algumas cidades brasileiras.

Rio e Localidade	Características da fonte de sedimento	Taxa de erosão ($\text{m}^3/\text{km}^2.\text{ano}$)	Referência
Lago da Pampulha em BH	Sedimentos de 1957 até 1994	2436	Oliveira Baptista (1997)
Sub-bacia Tributários do rio Tietê em SP	Material erodido	1400	Lloret Ramos Et al. (1993)
Arroio Dilúvio em Porto Alegre	Sedimento dragado	750	DEP (1993)
Rio Tietê em SP	Sedimento dragado	393	Nakae e Brighetti (1993)

Fonte: Collischonn e Tucci, 1998

A elevada taxa de erosão associada à declividade do terreno e a ausência de drenagem na proximidade de residências que, em sua grande maioria, não são projetadas para suportar esse tipo de intempérie, torna-se intrínseco o risco de desmoronamentos. A Figura 5 demonstra uma habitação com a exposição da fundação, o que pode gerar uma desestabilização da estrutura, pondo em risco os habitantes.



Figura 5 – Habitação com exposição de sua fundação, pondo em risco os habitantes.
Fonte: Adaptado de Blog do Mago, 2013.

Ao erodir um terreno, a água da chuva leva a argila em suspensão, dando a cor amarelo ocre às águas (ZIMBRES, 2011). Assim, é identificar se uma região está sofrendo uma erosão muito pronunciada a partir da observação da cor da água das enxurradas e dos rios após as chuvas. O alto índice de erosão pôde ser observado na área de estudo, onde a água do escoamento superficial segue com coloração altamente barrenta, após uma chuva de curto período de tempo (Figura 6).



Figura 6 – Escoamento de água com coloração barrenta depois de uma enxurrada
Fonte: Arquivo pessoal, 2015

3.1.2 Assoreamento do Corpo Hídrico

O processo de assoreamento numa bacia hidrográfica está diretamente relacionado ao processo erosivo, uma vez que é este que fornece os materiais que ao serem transportados e depositados darão origem ao assoreamento (ZIMBRES, 2011).

As consequências do assoreamento são significativas tanto para o meio ambiente quanto para o sistema de drenagem local, pois parte do material erodido também permanece retido dentro dos tubos, reduzindo a capacidade de vazão, comprometendo, conseqüentemente, o sistema no geral. Estruturas, tais como pontes ou tubulações que cruzam o rio pelo leito, estarão sujeitas a rebaixamentos que poderiam danificar sua integridade estrutural. Se as margens do canal estão no ponto de ataque da corrente, propriedades agrícolas, industriais ou residenciais podem ser danificadas. A comunidade biológica no canal de jusante pode ser muito afetada pelo aumento de material mais grosso do leito do canal e por uma mudança do crescimento da vegetação ao longo das margens (ICOLD, 1989).

Na área de estudo identificou-se evidências desta erosão em um canal receptor da água proveniente do escoamento superficial da região estudada, encontra-se com aproximadamente 70% da sua capacidade de vazão comprometida (Figura 7).



Figura 7 – Assoreamento da estrutura receptora da água proveniente do escoamento superficial

Fonte: Arquivo pessoal, 2015

3.2 Aspectos Sociais

3.2.1 Acesso

O acesso aos pedestres é complicado e precário, principalmente em dias chuvosos, tornando-se impossível o deslocamento de suas residências a coisas simples e imprescindíveis como ir ao mercado ou a uma farmácia. O risco de escorregamento de terra ou desmoronamento das residências tornou-se frequente (Ver figura 8).

Se o acesso dos pedestres é complicado, devido às crateras, torna-se impossível o acesso de automóveis. Aspecto preocupante visto que impossibilita também o atendimento médico, via ambulância. Conforme relato de moradora local:

“Sou hipertensa e tenho diabetes. Um dia desses, eu passei mal e o SAMU não pôde vir aqui na minha casa. Vieram a pé, lá de cima, com a maca na mão. Lá de onde o carro consegue parar. Foi uma cena que não esqueço nunca mais. Ainda bem que não era um dia de chuva. Em dias de chuva eu não teria tido a mesma sorte, já que não dá para vir nem a pé.”

Guia Babosa de Lima, 64 anos.

O problema no acesso também limita o atendimento a serviços como coleta de lixo, que é bastante precário. O carro que transporta o lixo estaciona em um local que o acesso seja possível, em seguida os funcionários andam de casa em casa fazendo a coleta. A ineficiência na coleta de lixo pode induzir a população a depositar os lixos em locais inadequados, aumentando o risco de contaminação para os moradores e entupimento do canal coletor.

3.2.2 Risco Associadas às Habitações

Problemas da invasão da água, provenientes do escoamento superficial, nas residências é um fato que se repete com frequência, e a população realiza improvisações a exemplo de barramentos em alvenaria ou com sacos de areia (Figura 8).



Figura 8 – Barricadas feitas pelos moradores.

Fonte: Arquivo pessoal, 2015.

A invasão da água nas residências provoca um alto prejuízo financeiro e a saúde da população, além de manter sempre um sentimento de insegurança para a população. São inúmeros e de fácil obtenção registros de moradores e suas perdas (Figura 9):

“Com essa chuva que deu de madrugada já é a terceira vez que eu perco meus objetos. A chuva invadiu mesmo. Subiu até essa linha aqui. Não deu tempo sair com nada. Graças à Deus que não aconteceu nada com meus filhos.”

Francisca de Assis, 27 anos.



Figura 9 – Moradora inconformada com as perdas causadas pela chuva

Fonte: Arquivo pessoal, 2015

Faz-se necessário, também, ressaltar os danos à estrutura física das habitações, facilmente identificado, ponto em risco a vida dos moradores (Figura 10).



Figura 10 – Risco real de desmoronamento devido à erosão e força da água

Fonte: Arquivo pessoal, 2015

3.2.3 Aspectos Construtivos e Operacionais

O sistema de drenagem básico de uma cidade deve se estruturar respeitando todos os aspectos legais, técnicos, além das dimensões econômicas, sociais, ambientais e institucionais e uma composição física mínima com pavimentação de ruas, sarjetas e meio-fios, bocas de

lobos, galerias de drenagem e valas, vale ressaltar que todos esses elementos devem estar interligados e funcionando adequadamente ou o risco de ocorrer falha no sistema de drenagem é grande (PHILIPPI JR. et al. 2005).

A execução de projetos de drenagem e pavimentação, definitivamente, não combinam com chuvas. Desde as fases iniciais de terraplanagem são constantes as perdas significativas de materiais e trechos de pavimentação danificados pela vazão da água do escoamento superficial (Figura 11).



Figura 11 – Dificuldades de se executar obras de pavimentação e drenagem urbana com a presença de chuvas.

Fonte: Arquivo pessoal, 2015

A ausência de esgotamento sanitário promove a tentativa de ligações clandestinas no sistema de drenagem. Essa ação compromete o funcionamento adequado do sistema, sobrecarregando a rede, promover um retorno desagradável do esgoto para dentro das residências, além da provável poluição do corpo hídrico receptor e de colocar a integridade física do sistema de drenagem em risco. Durante a sua fase de implantação, foram identificadas diversas tentativas no sistema de drenagem.

Segundo Oliveira (2010), a população desconhece os problemas de poluição nos corpos hídricos. Isto pode promover uma ampliação significativa nos impactos, visto que a educação ambiental e a participação da população local são fatores primordiais para a conservação ambiental local.

4 CONCLUSÃO

O aumento da população urbana e o direto crescimento das cidades exigem sustentabilidade econômica, social e ambiental, com desafios estruturais, dentre os quais a

necessidade de resolução dos problemas relacionados com a gestão e o controle das águas pluviais.

Foi observado que apesar do custo elevado de uma obra de drenagem os benefícios sociais e ambientais que serão alcançados são bastante significativos. A necessidade da implantação de obras estruturantes de saneamento é imprescindível o uso das medidas não estruturais, como conscientizar a população com medidas educativas, pois possuem um papel fundamental na minimização dos impactos e são de baixo custo, em comparação com obras estruturais.

As perdas relativas aos aspectos construtivos cessarão quando toda a drenagem estiver interligada, assim como os problemas socioambientais descritos que serão significativamente reduzidos, já grande da parte do escoamento será corretamente direcionado através da drenagem executada.

Projetos de drenagem, principalmente em áreas de risco, proporcionam uma maior dignidade e uma melhor qualidade de vida para os moradores e suas gerações futuras. A valorização dos imóveis é inerente a melhoria do acesso.

Com este trabalho foi possível demonstrar a capacidade de minimização de problemas “sociedade x natureza” a partir de uma medida estruturante, neste caso uma obra hidráulica projetada e executada segundo conhecimentos técnico-científicos.

ANALYSIS OF IMPACTS SOCIAL AND ENVIRONMENTAL DRAINAGE WORK IN SMALL TOWN: JACARAÚ - PB

ABSTRACT

A poorly planned housing occupation is inherent to population growth, generating urban drainage problems in several municipalities. The waterproofing of the upstream area, in the highest region, coupled with lack of adequate drainage structure and poor planning have generated several problems in the neighborhood São José in Jacaraú-PB. The high rainfall and the geology of the region brought with it a series of environmental problems: craters were formed, creating risk to residents and them that pass by restricting the local population to basic health services, for example, and silt body water in the region. Drainage works have relatively high cost, but the social and environmental benefits achieved are quite significant. The objective of this paper is to present a quantitative and qualitative analysis about the environmental impacts of a drainage project in the municipality of Jacaraú - PB. Factors have been identified that have contributed to raising social and environmental impacts in the region, lack of drainage system, the example of the relationship between high rainfall,

topography, soil type and relief. The data demonstrate that the drainage system deployment, generally provides greater dignity and a better quality of life for residents, however, requires several decentralized actions planning in several areas.

Keywords: Urban drainage. Erosion. Silting.

REFERÊNCIAS

AESA. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso em 05/04/2015.

COLLISCHONN, W. TUCCI, C. E.M. 1998. **Drenagem urbana e Controle de Erosão**. VI Simpósio nacional de controle da erosão. 29/3 a 1/4 1998, Presidente Prudente, São Paulo.

CORDEIRO, J. S.; SOUZA, R. G. **Sistemas Não-convencionais de Drenagem Urbana**. Curso de Engenharia Civil, Disciplina de Drenagem Urbana. UFSCAR, 2005. APOSTILA.

Fundação Centro Tecnológica de Hidráulica – FCTH. **Diretrizes Básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo**. São Paulo, 1999. Disponível em: <http://www.usp.br/fau/docentes/deptecnologia/r_toledo/3textos/07drenag/drensp.pdf>. Acesso em 05/06/2015.

FURRIER, Max. **Caracterização Geomofozológica e do Meio Físico da Folha de João Pessoa**, USP, São Paulo, 2007.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censo demográfico**. Rio de Janeiro, 2010.

International Commission on Large Dams – ICOLD. **Sedimentation control of reservoirs/Maîtrise de l'alluvionnement des retenues**. Committee on Sedimentation of Reservoirs. Paris, 1989.

MAGALHÃES, Ricardo Aguiar. **Processos Erosivos e Métodos de Contenção CEEB**, Ouro Preto, 1995.

OLIVEIRA, Michele Leandro de. **Disponibilidade dos recursos hídricos do município de Jacaraú-PB**. UEPB, Paraíba, 2007.

PHILIPPI Jr, A. **Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manoele, 2005 - (coleção Ambiental; 2).

ROSS, J. L. S. **Análise empírica da fragilidade ambiental dos ambientes naturais e antropizados**. In: Revista do Departamento de Geografia (USP) (6): p. 63–74. 1994.

TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. M. **Avaliação e Controle da Drenagem Urbana**. Porto Alegre. Editora ABRH, 1ª ed. vol. 2, p. 548, 2001.

ZIMBRES, E. **Assoreamento**. 2011. Disponível em: <[www.meioambiente.com,br](http://www.meioambiente.com.br)>. Acesso em: 02 maio 2015.