

Eixo Temático ET-03-016 - Meio Ambiente e Recursos Naturais

## **ESTUDO DESCRITIVO DE ÁREAS PROPENSAS À MOVIMENTAÇÃO DE MASSA EM JOÃO PESSOA - PB: COMUNIDADES SANTA CLARA E SÃO RAFAEL**

Nicola Luigi Vivacqua<sup>1</sup>, Elaine Costa Almeida Barbosa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Ambiental e Civil – UNINASSAU; <sup>2</sup>Geógrafa, Aluna da Pós graduação em Energias Alternativas e Renováveis, Mestre em Educação e especialista em Educação Superior - CEAR/UFPB/Professora da UNINASSAU.

### **RESUMO**

O aumento populacional somado com um planejamento urbano deficiente levaram a ocupação de áreas com pouca infraestrutura na cidade de João Pessoa, regiões de encostas com amplitudes e declividades elevadas que apresentam um alto risco para desastres causados por movimentos de massa, casos das Comunidades Santa Clara e São Rafael. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi descrever os principais condicionantes dos movimentos de massa nessas localidades. A metodologia incluiu uma pesquisa documental em órgãos governamentais ligados ao assunto, um referencial teórico da matéria, além de trabalhos de campo realizados nas áreas. O estudo mostrou que os aglomerados subnormais apresentam condições favoráveis para o desencadeamento de movimentos de massa, são áreas que apresentam uma vulnerabilidade natural à esses processos, devido às características geomorfológicas da região, que junto com as diversas interferências realizadas pelo homem no local e a ação das chuvas, configuram áreas propensas à deslizamentos. A pluviosidade atua na saturação do solo nos taludes e é o principal agente deflagrador imediato dos mecanismos que causam instabilidade nas encostas. A ação antrópica se mostrou como o principal modificador da paisagem, participando também de forma determinante para a deflagração de tais processos nas Comunidades. O homem altera as geometrias das encostas e as forças que atuam na estabilidade das vertentes. A retirada da vegetação das vertentes, o lançamento de águas servidas nas encostas e os constantes cortes de taludes são algumas das principais atividades exercidas pelos moradores dos locais que contribuem de forma significativa para a ocorrência de deslizamentos.

**Palavras-chave:** Mitigação; Encostas. Ação antrópica.

### **INTRODUÇÃO**

O processo de expansão da cidade de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba, resultou em uma aglomeração da população nos centros urbanos provocando mudanças drásticas na cidade principalmente em relação à moradia, sendo um dos principais responsáveis pelo surgimento de favelas, os aglomerados subnormais, um dos grandes problemas que afetam todo o país.

De acordo com Rodrigues (2014), as pessoas que não tinham condições financeiras e emprego não tinham onde instalar-se, e passaram a ocupar áreas insalubres, sem nenhuma infraestrutura, locais de encostas com elevadas amplitudes e declividades, propensos à risco de desastres de relacionados a fenômenos naturais. Ainda segundo o autor, os problemas das áreas propensas à riscos de desastres nas cidades brasileiras, principalmente os de caráter geológico, como os movimentos de massa, podem ser sintetizados conforme a crise econômica e social, a falta de eficiência na política habitacional para baixa renda, de apoio técnico para as populações e de legislação adequada para as áreas consideradas críticas, além de sistemas de controle do uso e ocupação do solo falhos.

De acordo com Bigarella e Passos (2003), os movimentos de massa são importantes processos geomorfológicos que modelam a superfície terrestre, constituídos pelo deslocamento

de solo, rocha ou material composto encosta abaixo pela força da gravidade, podem ser causados pela interferência direta de outros meios ou agentes independentes, como água, gelo ou ar. São eventos que ocorrem geralmente em regiões com elevadas inclinações, mas podem ocorrer também em vertentes de baixa declividade. Os movimentos de massa são potencializados pela ação antrópica e deflagrados, principalmente pela ação das chuvas. Há uma série de fatores que contribuem para os movimentos de massa, tais como os condicionantes geológicos, geomorfológicos, antrópicos, climáticos e os relacionados à vegetação.

A investigação dos condicionantes geológicos está ligada, principalmente a natureza da rocha, pois, dela derivam os materiais que constituem a encosta, assim como o tipo de solo e a presença de falhas e fraturas (BINI, 2012).

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo – IPT (1991), o tipo de solo / rocha determina a suscetibilidade dos terrenos à erosão, em função de suas características granulométricas (argilosos, siltosos e arenosos), estruturais, de espessura (IPT, 1991). O IPT afirma ainda que os processos de intemperismo e de escoamento superficial comportam-se conforme a natureza das rochas.

Com relação aos condicionantes antrópicos, o IPT (1991) afirma que as várias interferências que a ação antrópica realiza no meio, como, por exemplo, cortes, aterros, desmatamentos, concentração de águas superficiais, vibrações, entre outras, acabam modificando o equilíbrio das encostas ocasionando a instabilidade das mesmas. Os movimentos de massa em áreas urbanas, segundo Bini (2012), estão mais relacionados à atividade de corte de talude e aterros para a construção de residências. Os cortes de talude aumentam a declividade da encosta gerando instabilidade pela alteração nas forças que atuam para o equilíbrio da encosta. Já os aterros adicionam peso a encosta, além de provocarem descontinuidades entre a superfície anterior e o material do aterro. Essa descontinuidade pode se transformar em superfície de ruptura. Assim, as obras como cortes de talude para construção e ampliação de residências, abertura de estradas, têm uma grande influência na estabilidade das vertentes, pois atuam na modificação da geometria da encosta, o que gera um aumento da tensão cisalhante.

Quando a resistência ao cisalhamento dos materiais que a compõe é superior à tensão de cisalhamento, a encosta se encontra em equilíbrio. A resistência ao cisalhamento é a máxima resistência que o solo é capaz de suportar, sobre determinadas condições, não apresentando ruptura. Caso a tensão aumente até o limite de resistência, a encosta estará na iminência de entrar em colapso; se ultrapassar tal limite, ocorre a ruptura da encosta (BINI, 2012).

Com a ação das chuvas os taludes são submetidos a infiltração da água, que provoca um aumento do grau de saturação e conseqüentemente da condutividade hidráulica, ocasionando um avanço da zona saturada, também chamada de frente de saturação. Essa frente atinge determinada profundidade reduzindo a sucção e a coesão aparente que atua na superfície de ruptura, com isso há uma redução da resistência ao cisalhamento acima da zona saturada, contribuindo assim para a instabilidade da vertente, podendo vir a ocorrer o movimento da massa de solo. O avanço da zona de saturação depende do grau de saturação do solo antes da infiltração da água, do índice de vazios do solo e da intensidade e duração da chuva.

É importante ressaltar que após as chuvas, a água infiltrada no solo se distribui e o solo apresenta um maior teor de umidade, dessa forma, depois de pouco tempo se ocorrer novas chuvas, o solo com um maior grau de umidade e maior condutividade hidráulica, produz um avanço mais rápido da frente de saturação. Assim em uma estação chuvosa, o grau de saturação aumenta de forma contínua e gradual. Conforme o IPT (1991), a pluviosidade como condicionante pode ser considerada como o principal agente deflagrador imediato dos movimentos de massa, pois o volume d'água e sua distribuição no tempo e espaço são determinantes da velocidade dos processos erosivos.

Por último, como condicionante, temos a vegetação, que segundo o IPT (1991), atua no sentido de favorecer a estabilidade das encostas, através do esforço mecânico (raízes) redistribuição da água de chuva, diminuindo e retardando a infiltração desta no terreno, além de protegê-lo da erosão. O mesmo instituto enfatiza que quando se remove a vegetação (qualquer que seja ela), expõe-se a superfície do terreno natural diretamente à ação da chuva, gerando

consequentemente a erosão (IPT, 1991). Assim, a retirada da cobertura vegetal das encostas íngremes é um elemento direto para a perda do equilíbrio das mesmas. Em geral, ficam mais susceptíveis aos processos de descolamentos de materiais vertente abaixo. A folhagem das plantas exerce papel na retenção da água da chuva, pois as folhas interceptam determinada quantidade de chuva que antes de infiltrar no solo é evaporada (BIGARELLA, 2007) e em áreas onde não há cobertura vegetal há o favorecimento ao escoamento superficial (BINI, 2012).

Entretanto, alguns tipos de cobertura vegetal são prejudiciais para a estabilidade dos taludes, como as árvores de grande porte que além de adicionarem peso a encosta, atuam negativamente como alavanca, efeito de ventos fortes com a ação da gravidade. As bananeiras em taludes também contribuem para os movimentos de massa, visto que elas favorecem a infiltração de água no solo e consequentemente a saturação do mesmo. A presença de bananeiras é comum em acidentes relacionados a movimentos de massa em encostas principalmente de regiões de aglomerados subnormais. A plantação de bananeiras em vertentes é frequente nesses locais.

Nesse sentido, os desastres relacionados aos movimentos de massa se encontram cada vez mais frequentes nas cidades brasileiras, sendo ainda mais notável em regiões metropolitanas que é o caso de João Pessoa, a qual possui várias comunidades em áreas de riscos, como a Santa Clara e a São Rafael, objetos de estudo desta pesquisa. Essas comunidades sofrem constantemente com ameaças de deslizamentos, principalmente em períodos chuvosos. Segundo a Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil, da Prefeitura Municipal de João Pessoa-PB (COMPDEC-JP) que realiza o monitoramento dessas áreas, atualmente existem várias comunidades em áreas consideradas de risco na capital Paraibana, sendo boa parte delas propensas a processos de movimentação de massa. Entretanto, em João Pessoa, não há muitas informações detalhadas referentes aos condicionantes que contribuem para os movimentos de massa em várias regiões e muitas vezes, essas informações se encontram dispersas nos órgãos de gestão municipal, disponíveis apenas para um pequeno público seletivo.

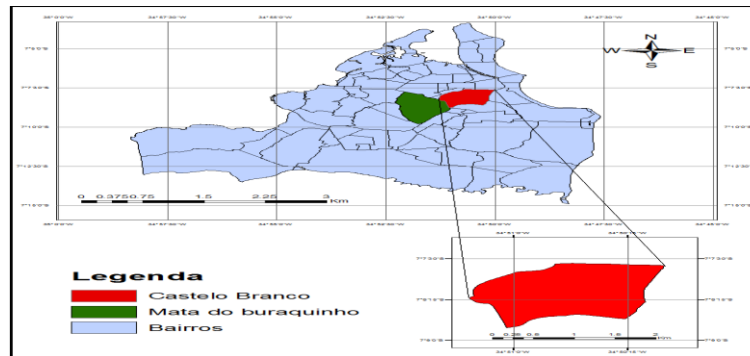
## **OBJETIVO**

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é realizar um estudo descritivo dos principais condicionantes de movimentação de massa nas Comunidades São Rafael e Santa Clara. O intuito é que por meio do estudo dessas áreas, dos principais condicionantes dos movimentos de massa nessas comunidades, esse material sirva de apoio para a COMPDEC-JP, e para o município que sofre de forma recorrente com esses problemas a cada período de chuvas, e assim, possa reduzir suas vulnerabilidades e o risco de ocorrência de desastres causados por movimentação de massa.

## **METODOLOGIA**

### **Caracterizações da Área de Estudo**

O estudo caracteriza-se por sua natureza exploratória e descritiva e foi realizado para investigar áreas propensas a movimentação de massa nas Comunidades Santa Clara e São Rafael, situadas no bairro Castelo Branco, próximo a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizado na zona sul da cidade de João Pessoa, Paraíba (Figura 1).



**Figura 1.** Localização do bairro Castelo Branco em João Pessoa-PB. Fonte: Garcia (2013).

### **Etapas Metodológicas**

Para o presente estudo, a identificação dos principais condicionantes dos movimentos de massa e a caracterização da área do estudo foram realizadas por meio de levantamentos bibliográficos, visitas e consultas locais e virtuais junto à COMPDEC-JP, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e trabalhos de campo em conjunto com a COMPDEC-JP. A descrição dos principais fatores que contribuem para os movimentos de massa nas áreas estudadas foi baseada em estudos e pesquisas na temática de movimentos de massa.

### **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste trabalho foi abordado o tipo de movimentação de massa por escorregamento, pois segundo a COMPDEC-JP é o processo que mais ocorre em João Pessoa. A forma das vertentes do Baixo Planalto Costeiro é variada, as vertentes se apresentam alongadas, côncavas, mas em sua maioria são convexas, bem dissecadas com sulcos e ravinas alargadas pela interferência do homem e pela ação do escoamento superficial. Existe uma grande variedade de formas tanto transversalmente como longitudinalmente.

Nas Comunidades Santa Clara e São Rafael foram encontradas áreas de vertentes de diferentes perfis, que foram modificadas pela ação antrópica, a maioria delas pelo corte de taludes, principalmente na comunidade São Rafael em que prevalecem ocupações no sopé da encosta (Fig. 2). Nas áreas visitadas foram encontradas vertentes com amplitudes elevadas, altas declividades, inclinações variando entre 45° e 85°.

Na Comunidade Santa Clara foram observados taludes com maiores comprimentos na horizontal em relação aos taludes da Comunidade São Rafael. Um maior comprimento na horizontal da encosta determina um maior tempo de escoamento da água, ficando exposta a um maior tempo a ação do intemperismo, levando a um aumento da erosão.



**Figura 2.** Corte de talude na Comunidade São Rafael. Fonte: Acervo do autor (2016).

A região do estudo está situada sobre a formação sedimentar Barreiras (arenosas e argilosas), apresentando um solo com permeabilidade variada. As vertentes possuem fortes

evidências de erosão, algumas apresentando cicatrizes de deslizamentos, que são comuns em áreas de formação argilosa e desprovidas de cobertura vegetal.

A ação principalmente das chuvas no local promove a saturação do solo nos taludes das comunidades, e assim diminui de forma determinante a coesão dos materiais que formam a encosta, com isso há uma redução da resistência ao cisalhamento, deixando os taludes mais propensos a escorregamentos, principalmente os translacionais (superfície de ruptura plana), devido à geometria e o plano de declividade das encostas.

Frequentemente a COMPDEC-JP instala na Comunidade Santa Clara, uma lona na região em que o talude apresenta feições erosivas em formas de sulcos, no local já ocorreram deslizamentos (Figura 3). As lonas têm uma vida útil curta, de algumas semanas a poucos meses, são colocadas com o objetivo de reduzir o volume de água infiltrada. É importante que sejam aplicadas antes da saturação do solo e que haja uma retirada após o período de chuvas para a retomada do crescimento da vegetação e evaporação da água na encosta.



**Figura 3.** Talude da Comunidade Santa Clara sujeito a movimentação de massa. BR- 230, km 19. **Fonte:** Moura (2014).

As várias mudanças que o processo de ocupação promove no relevo natural, através de cortes e aterros, são fortes indutores de movimentos de massa. Quanto maior o número de moradias, maior o número de cortes/aterros e maior a probabilidade de verticalização dos taludes, por falta de espaço, aumentando o grau de risco. Foi verificado na área de estudo maior frequência de taludes de corte em relação a taludes de aterro. Os moradores de áreas de riscos, em busca de um maior espaço para suas casas, acabam escavando geralmente o sopé do talude, não se preocupando com possíveis deslizamentos e acidentes na área (Figura 4).



**Figura 4.** Casas situadas na Comunidade São Rafael muito próximas ao talude de corte. **Fonte:** Acervo do autor (2016).

Na Comunidade Santa Clara, o topo da encosta voltada para a BR-230, km 19, está ocupado por casas irregulares de alvenaria separadas da borda por uma canaleta de drenagem superficial danificada e obstruída em várias partes, que além da chuva, recebe constantemente águas servidas dos imóveis. Uma escadaria que fazia parte do sistema de drenagem do talude foi destruída pelos moradores da região, impossibilitando assim, o correto direcionamento das

águas. Dessa forma, a água escorre pelo local sem ser captada por uma rede de drenagem, promovendo a saturação e desestabilização do terreno (Figuras 5 e 6).



**Figura 5.** Local onde se encontrava a escadaria de drenagem que foi destruída na encosta da Comunidade Santa Clara voltada para a BR-230, km 19. **Fonte:** Acervo do autor (2016).



**Figura 6.** Canaleta de drenagem da vertente na Comunidade Santa Clara, BR-230, km 19, obstruída. **Fonte:** Acervo do autor (2016).

No local a maior parte das águas servidas das ocupações são lançadas na encosta, essas águas infiltram - se no solo contribuindo para a instabilidade da vertente, podendo causar escorregamentos (Figura 7).



**Figura 7.** Casa no topo da encosta na Comunidade Santa Clara lançando águas servidas. **Fonte:** Acervo do autor (2016).

A presença de fossas construídas no topo da encosta também é um fator que contribui para a ocorrência de deslizamentos na região, pois funcionam como pontos de concentração de água, assim como o acúmulo de lixo no local que obstrui a drenagem e também contribui para a saturação do solo. Sua progressiva acumulação pode levar a acidentes de deslizamento da massa de lixo, associada ou não à encosta. Quanto mais pontos de concentração de lixo e maior o seu volume, existe uma maior probabilidade de ocorrência de deslizamentos associados a esses maciços artificiais (Figura 8).



**Figura 8** - Lixo acumulado no talude da encosta, Comunidade Santa Clara (BR-230, km 19).  
**Fonte:** Acervo do autor (2016).

A Secretaria Municipal de Infraestrutura de João Pessoa (SEINFRA) realizou obras recentemente no local para melhorar a drenagem e para a contenção de encostas. Foi construído um muro gabião-caixa que funciona como muro de gravidade. As caixas são bem alinhadas, para uma melhor estabilidade do conjunto (Figuras 9 e 10).



**Figura 9.** Casa interdita na Comunidade Santa Clara que está sendo construída novamente no topo da encosta. **Fonte:** Acervo do autor (2016).



**Figura 10.** Muro gabião de granito na Comunidade Santa Clara. **Fonte:** Acervo do autor (2016).

Na Comunidade São Rafael, as ocupações irregulares estão situadas principalmente no sopé do talude, os moradores realizam cortes inapropriados de talude para construção e ampliação de residências, utilização de sedimentos retirados como aterros, entre outros.

Os moradores da Comunidade modificam a geometria da encosta, aumentando a declividade, a tensão de cisalhamento, alterando o perfil do talude e as forças que atuam na vertente, ocasionando uma diminuição no fator de segurança do talude, contribuindo assim para a sua instabilidade. O efeito das vibrações em decorrência do tráfego constante e pesado na BR-230, também aumenta a tensão de cisalhamento, diminuindo o fator de segurança, podendo gerar instabilidade ao talude.

Mesmo depois da ocorrência de deslizamentos na região, alguns moradores continuam escavando o talude, em busca de um maior espaço para a sua residência. Recentemente, o muro

da rádio Tabajara tombou, por conta de um escorregamento, os moradores do local realizam a extração da massa inferior do talude (corte) para aumentar o terreno de residências (Fig.11e 12).



**Figura 11.** Corte de talude na Comunidade São Rafael. **Fonte:** Acervo do autor (2016).



**Figura 12.** Casa situada no sopé da encosta na comunidade São Rafael. **Fonte:** Acervo do autor (2016).

Em geral, a vegetação natural dos taludes das áreas do estudo é do tipo rasteira, com capim e algumas árvores de médio e grande porte. Esta se encontra bastante descaracterizada pela ação antrópica, principalmente nas vertentes da Comunidade São Rafael, os moradores da região queimam e removem a vegetação, deixando o solo exposto.

Vertentes sem cobertura vegetal, expõe o solo ao choque direto da chuva e às águas correntes favorecendo a infiltração da água e a saturação do solo tornando os materiais menos coesos e assim menos resistentes, ficando mais susceptível à movimentos de massa. A água da chuva que infiltra no terreno aumenta os valores do peso próprio e da pressão da água, há um aumento do grau de saturação do solo e da condutividade hidráulica, reduzindo a sucção, coesão e consequentemente a resistência do solo, diminuindo o fator de segurança do talude (Figura 13).



**Figura 13 -** Retirada e queima da vegetação do talude na Comunidade Santa Clara. **Fonte:** Acervo do autor (2016).

Na vegetação das encostas também foram encontradas algumas bananeiras que de acordo com Brasil (2007), são prejudiciais à estabilidade de taludes, por facilitar a infiltração de



água. Este tipo de cobertura vegetal concentra água na sua estrutura interna contribuindo para a saturação, as raízes das bananeiras não cumprem o papel de estruturação do solo e acabam arrastando os solos durante os deslizamentos. As bananeiras tem presença quase obrigatória nos acidentes envolvendo encostas.

De acordo com Rosendo (2011), áreas com inclinação maior do que 30%, a presença de bananeiras em um talude aumenta a chance de deslizamento, isso porque, segundo o autor, suas raízes são rasas com relação ao seu porte e tendem a aumentar a penetração/acumulação de águas pluviais no solo. Na vegetação dos taludes também foram encontradas algumas árvores de grande porte que são prejudiciais à estabilidade do talude, esse tipo de vegetação exerce pressão sobre a encosta frágil com seu peso, atuando como alavanca, resultado da ação da gravidade com à ação dos ventos mais fortes (Fig. 14).



**Figura 14.** Presença de árvores de grande porte e bananeiras no talude. **Fonte:** Acervo do autor (2016).

## CONCLUSÃO

Este estudo mostrou como os principais condicionantes de movimentação de massa nas Comunidades Santa Clara e São Rafael localizadas no município de João Pessoa, estão ligados aos fatores climáticos, geológicos, geomorfológicos, da vegetação e principalmente antrópicos da região. As comunidades estão situadas sobre a formação sedimentar Barreiras, são áreas com vertentes de amplitudes e declividades elevadas, que somados a interferência causada pelas várias atividades realizadas pelo homem no local e alto índices pluviométricos, se configuram em áreas bastante vulneráveis.

As áreas do estudo apresentam grande semelhança quanto aos condicionantes de massa, em ambas, a ação antrópica se destaca como principal modificador da paisagem. Na Comunidade São Rafael, as ocupações estão situadas predominantemente no sopé das encostas, dessa forma, os movimentos de massa na área estão mais associados aos cortes de talude e a retirada da vegetação do local. Já na comunidade Santa Clara, as ocupações se concentram basicamente no topo da encosta voltada para a BR-230, no km 19, os problemas relacionados a movimentos de massa dessa região estão intimamente relacionados com a destruição do sistema de drenagem superficial da encosta, lançamento de águas servidas na vertente, acúmulo de lixo no local, além da remoção da vegetação natural, entre outros.

Se a legislação urbana continuar sendo omissa nas questões de uso e ocupação do solo, se não houver uma política séria de habitação, um melhor planejamento urbano, uma melhor gestão de risco com estruturação do corpo técnico da Defesa Civil e principalmente responsabilidade dos governantes, infelizmente vamos continuar vendo desastres ambientais acontecendo.

## REFERÊNCIAS

- BIGARELLA, J. J.; PASSOS, E. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2003. v. 3.
- BIGARELLA, J. J. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2007.
- BINI G. M. P. **Análise dos movimentos de massa nas microbacias fluviais: Saltinho, Belchior Baixo, Sertão e Porto Arraial - Gaspar – SC**. UFSC / PPGGeo, Dissertação (Mestrado em Geografia),2012.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. In: CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. (Orgs.). Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, 2007.
- IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. **Ocupação de encostas**. Coord. Cunha, M. A. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991.
- RODRIGUES, E. C. **Transformação do espaço urbano na Comunidade Saturnino de Brito em João Pessoa-PB**. Monografia Universidade Federal da Paraíba, 2014.
- ROSENDO, E. E. Q. **Aspectos Socioambientais do Município de Canaã dos Carajás - PA: ameaças, vulnerabilidades e riscos**. Monografia Universidade Federal da Paraíba, 2011.