

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

LUÍS FERNANDO LILLI

**PROJEÇÃO DE CENÁRIOS PARA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL EM UM MUNICÍPIO NO OESTE DO PARANÁ**

MEDIANEIRA

2015

LUÍS FERNANDO LILLI

**PROJEÇÃO DE CENÁRIOS PARA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL EM UM MUNICÍPIO NO OESTE DO PARANÁ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à disciplina de TCC.

Orientador: Prof. Dr. André Sandmann.

MEDIANEIRA

2015



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Medianeira
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

**PROJEÇÃO DE CENÁRIOS PARA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO
CIVIL EM UM
MUNICÍPIO NO OESTE DO PARANÁ**

por

LUÍS FERNANDO LILLI

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 15:50h do dia 26 de novembro de 2015, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. André Sandmann
Orientador

Prof. Me. Neron Alípio Cortes Berghauer
Membro titular

Profa. Dr. Dangelma Maria Fernandes
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

“O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso, existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.” (Fernando Pessoa)

AGRADECIMENTOS

À minha família e amigos pelo apoio incondicional, motivação e suporte.

Ao professor Dr. André Sandmann pela orientação ensinamentos, incentivo e amizade.

À professora Me. Carine Urbim Pasa pela orientação, incentivo e oportunidade.

À Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do município de pelo apoio e informações prestadas.

À Aline Cavalli, Étore de Larmelina, Fernanda Gato, João Henrique Lima Alino, Kwong Man Wong, Valquíria Nascimento e Rhaeder Limão Gomes pela contribuição direta na pesquisa.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização dessa pesquisa ou ao longo da minha formação acadêmica.

RESUMO

LILLI, Luís Fernando. **Projeção De Cenários Para Geração De Resíduos Da Construção Civil** em um Município no Oeste do Paraná. 2015. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

A gestão de resíduos sólidos tem sido um grande desafio para os municípios brasileiros, sobretudo os de menor porte, por disporem de menos recursos e informações técnicas para o desempenho adequado dessa responsabilidade. Nessa realidade os resíduos da construção civil correspondem cerca da metade dos resíduos sólidos urbanos totais e pelo grande volume implicam em um desafio para as estratégias de gestão municipais. A ineficiência na mensuração de sua geração vem se mostrando um grande obstáculo para a definição do gerenciamento e correta destinação desse tipo de resíduo. Com isso, o presente trabalho propõe e realiza a projeção de cenários como ferramenta para gerar informações úteis e necessárias à melhor gestão dos resíduos da construção civil no município, através de uma estimativa para quantificação da geração desses resíduos.

Palavras-chave: Entulho. Estimativa. Planejamento Estratégico. Gestão.

ABSTRACT

LILLI, Luís Fernando. **Projection of scenarios for the generation of construction waste in a city of Western Paraná**. 2015. Monograph (Environmental Engineering Bachelor) - Federal Technological University of Paraná, Medianeira, 2015.

The solid waste management has been a major challenge for the Brazilian cities; the smaller ones are the most affected because they have fewer resources and technical information to conduct this activity. The civil construction waste corresponds to the half of the total solid waste, and its large volume is a challenge for the strategic urban management. The inefficiency in the generation of indicators is a major obstacle to the management and proper disposal of such waste. Thus, this paper proposes and simulates scenarios as a tool to generate useful information to improve the construction waste management in the city through an estimate to quantify the waste generation.

Keywords: Rubble. Estimate. Strategic planning. Management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Gráfico Da Estimativa De Geração De Rcc (T/A).....	25
Figura 2: Gráfico Do Crescimento Populacional.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Evolução Populacional no Município.....	22
Tabela 2: Estimativa da geração de RCC, 2010-2014.....	25
Tabela 3: Dados PIB e IPCA.....	27
Tabela 4: Dados Estatísticos Do Modelo.....	28
Tabela 5: Comparativo da equação obtida.....	28
Tabela 6: Previsão de cenário, extrapolação da situação atual.....	29
Tabela 7: Previsão de cenários com redução de 10 e 20%.....	29

LISTA DE SIGLAS

RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos da Construção e Demolição
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SMMR	Secretaria Municipal De Meio Ambiente E Recursos Hídricos
PIB	Produto Interno Bruto
IPCA	Índice de Preços ao Consumidor Amplo
ABNT	Associação Brasileira de Normas técnicas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geometria e Estatística

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NOS MUNICÍPIOS	15
2.2 RESÍDUOS DA CONTRUÇÃO CIVIL.....	16
2.2.1 Importância da quantificação dos resíduos	18
2.3 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO.....	19
2.3.1 Cenários	19
3 MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1 LOCAL DE ESTUDO.....	21
3.2 CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS	22
3.2.1 Construção da Série Histórica para Geração de RCCS	22
3.2.2 Crescimento Populacional.....	23
3.2.3 PIB e Índice IPCA.....	24
3.2.4 Projeção	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 LEVANTAMENTO DAS VARIÁVEIS.....	25
4.1.1 Estimativa da geração de RCC	25
4.1.2 Crescimento Populacional.....	27
4.1.3 PIB e Índice IPCA.....	27
4.2 PREVISÃO DE CENÁRIOS	28
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A problemática dos resíduos sólidos tem chamado cada vez mais atenção de pesquisadores e administradores, devidos não só aos impactos ambientais que acarreta, mas também aos custos relacionados à gestão dos mesmos, se tornado por vezes mal administrada.

Com a evolução do problema as discussões sobre o tema chegam à esfera dos municípios menores onde a gestão dos resíduos tende a ser mais precária. A falta de investimento é na maioria das vezes o fator determinante para deficiência nas gestões dos resíduos desses municípios, mas a falta de informações técnicas que impossibilitam um planejamento adequado também corresponde a uma parcela significativa na ineficiência desse serviço.

Nesse contexto, se encontra a construção civil, que contribui com a geração de uma grande parcela dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) totais, uma vez que se trata de um setor sempre muito atuante na economia, mesmo em cidades de menor porte.

Os Resíduos da Construção Civil (RCC) apresentam composição variada, contendo parcelas com potencial de reaproveitamento e reciclagem e por serem volumosos acabam por agravar o problema de disposição final dos mesmos. Faz-se necessário encontrar alternativas para gestão dos RCCs, porém as informações sobre esse tipo de resíduo são limitadas, sobretudo as qualitativas e nas esferas municipais.

Atualmente no município a situação da gestão de resíduos da construção civil se encontra prejudicada, em virtude da falta de dados quantitativos que limitam as estratégias dos gestores municipais. Frente a este problema, espera-se com esse trabalho construir uma ferramenta de quantificação da geração de RCC para o município, bem como prever as possíveis situações futuras que envolvem o cenário da gestão desse tipo de resíduo na cidade.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Estimar a geração de resíduos da construção civil no município de Matelândia através da técnica de criação de cenários futuros como ferramenta de planejamento estratégico.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a situação atual da geração de resíduos da construção civil no município.
- Identificar os principais fatores que influenciam geração de resíduos da construção civil em termos de quantidade e composição.
- Projetar e analisar os cenários futuros alternativos a partir da relação encontrada entre as variáveis.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NOS MUNICÍPIOS

Diversos autores reconhecem os efeitos adversos dos resíduos sólidos municipais na saúde coletiva, na saúde do indivíduo e no meio ambiente (FERREIRA; ANJOS, 2001).

Vários fatores estão ligados a crescente produção dos resíduos sólidos, dentre eles cabe ressaltar o crescimento demográfico e seu ritmo acelerado, a longevidade das populações assim como a concentração populacional, e os padrões insustentáveis de consumo da sociedade moderna (JACOBI; BESEN, 2006).

A falta de gestão e disposição adequadas dos resíduos sólidos também é responsável por diversos impactos sociais e ambientais, onde se pode destacar a degradação do solo, a contaminação de mananciais e corpos d'água, a contribuição para o comprometimento da qualidade do ar, além da proliferação de vetores, assim como a catação em condições insalubres nas áreas de disposição improprias (JACOBI; BESEN, 2006).

Os municípios e os estados brasileiros precisam desempenhar um papel definitivo nas diversas esferas administrativas para vencer um dos mais importantes desafios da sociedade em geral, a gestão e a destinação adequada dos seus resíduos sólidos (RIBEIRO, 2008).

O lançamento de resíduos em áreas inadequadas gera um ambiente alterado que pode conter presença de fumaça, mau cheiro, vetores, animais, que afeta primeiramente a própria população próxima que o-faz. Esses mesmo fatores ou o arraste dos resíduos pela água das chuvas ainda podem afetar as populações das vizinhanças (FERREIRA; ANJOS, 2001).

Os impactos ligados aos resíduos sólidos podem estender-se para a população em geral, por meio da poluição e contaminação dos corpos d'água e dos lençóis. A população como um todo ainda está exposta à transmissão de doenças pelo consumo de carne de animais criados nos vazadouros. Estima-se que mais de cinco milhões de pessoas morrem por ano, no mundo inteiro, devido a enfermidades

relacionadas com resíduos (FERREIRA; ANJOS, 2001).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da Norma Brasileira Registrada (NBR) nº 10004, apresenta a seguinte definição para resíduos sólidos:

Resíduos nos estados sólidos e semissólido que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987).

No Brasil, os sistemas de limpeza urbana coletam em torno de 150 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos por dia. Do total de municípios, 63,6% despejam seus resíduos em lixões, 18,4% em aterros controlados e apenas 13,8% utilizam aterros sanitários (POLAZ; TEIXEIRA, 2009)

2.2 RESÍDUOS DA CONTRUÇÃO CIVIL

A construção civil é a principal geradora de resíduos da economia. Estima-se que seja responsável por cerca de 40% dos resíduos de toda a economia. Ainda que os resíduos produzidos nas atividades de construção, reforma e demolição tenham geração muito variáveis, Estima-se que os valores podem chegar a 0,50 t/hab.ano, valor igual ou superior à massa de lixo urbano (JOHN, 2001).

O artigo 2º da Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002, adota a seguinte definição para Resíduos da construção civil:

São os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA, 2002).

Segundo Achillas et al. (2011), a composição dos resíduos de construção e demolição incluem uma diversos materiais, dependendo da fonte de geração.

Podem ser provenientes de escavação (terra, areia, cascalho, pedras e barro), da construção de estradas (asfalto, areia, cascalho e metais), de demolição (detritos como terra, cascalho, areia, tijolos, gesso, etc.) ou ainda outros tipos de resíduos como: madeira, plástico, papel, vidro e metal.

De acordo com indicadores desenvolvidos por Mália, Brito e Bravo (2011), a constituição comum dos resíduos gerados em obra é composta principalmente por resíduos de concreto e materiais cerâmicos, cerca de 80% do total de RCD gerados. No mais, destacam-se os resíduos de madeira e os materiais à base de gesso.

Conforme pesquisas realizadas pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2013), só na região sul são coletados 16.067 t/dia de resíduos da construção civil, sendo 875 t/dia a mais do que o ano de 2012, resultando em um índice de 0,728 Kg/hab./dia.

Ainda segundo Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2013), os municípios brasileiros coletaram mais de 117 mil toneladas/dia de RCC em 2013 e quantidade total desse tipo resíduos vem a ser ainda mais expressiva, tendo em vista que os municípios, normalmente, só coletam os resíduos lançados nos logradouros públicos.

A gestão dos RCC é de suma importância, visto tratar-se de expressivo volume, além de representar uma fonte de degradação ambiental. E isso no que se refere tanto à sua obtenção na natureza (pois a exploração dos agregados causa profundo impacto ambiental) como à sua destinação final, que também causa uma enorme demanda por espaços (GAEDE, 2008).

Ângulo et al. (2011) afirmam que grandes geradores de RCC, como as empresas privadas construtoras devem lançar mão de projetos de gerenciamento que incluam triagem, transporte cadastrado, áreas licenciadas para manejo e reciclagem. Já para os pequenos geradores, responsáveis por reformas e autoconstruções, incapazes de adotar autogestão, o poder público deve oferecer uma rede de coleta e destinação ambientalmente correta.

A Resolução Nº 307/02 do CONAMA direciona os procedimentos a serem adotados para a gestão de resíduos da construção civil. Segundo esta resolução:

Gerenciamento de resíduos: é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades,

práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos (CONAMA, 2002).

Frequentemente, pode-se deparar com a deposição dos RCD em aterro, sem qualquer tipo de controle e sem nenhuma preocupação de separação na origem. Como agravante, também é possível verificar um grande número de despejos ilegais com consequências graves não só para o ambiente, mas também para a saúde pública (MÁLIA; BRITO; BRAVO, 2011).

Para Moreira (2010), a construção civil está no topo dos setores que mais causam impactos ambientais, devido ao volume de resíduos sólidos gerados e ao alto custo que sua correta destinação traz para as administrações municipais.

De acordo com John (2000), os valores de resíduos da construção civil (RCCs) gerados são iguais ou maiores do que os de resíduos sólidos domiciliares produzidos e a estimativa de geração apresenta valores típicos entre 400 e 500 kg/hab/ano.

No Brasil, é considerável a ocorrência áreas de deposições a céu aberto em todo município, os chamados “bota-fora”, prioritariamente advindas das pequenas demolições e reformas domiciliares, tornando bastante difícil à fiscalização por parte dos órgãos responsáveis. Para a questão dos resíduos de construção e demolição existem outros agravantes: o desconhecimento dos volumes gerados, dos impactos que eles causam, dos custos sociais envolvidos e, até mesmo das possibilidades de reaproveitamento, fazendo com que os gestores dos resíduos se deem conta da gravidade da situação somente nos momentos em que percebem a ineficácia de suas ações corretivas (PINTO, 1999).

2.2.1 Importância da quantificação dos resíduos

De acordo com Dyson e Chang (2005), nos países em desenvolvimento há uma falta de dados históricos sobre a produção de resíduos que dificulta o planejamento.

A previsão de geração de resíduos sólidos urbanos desempenha um papel importante numa gestão de resíduos sólidos (DYSON; CHANG, 2005).

Segundo Daskalopoulos, Badr e Probert (2005), o planejamento de uma

gestão de resíduos estratégica, regional ou nacional, exige uma ferramenta confiável para prever a quantidade e a composição dos resíduos sólidos urbanos. Essa ferramenta deve permitir que os tomadores de decisão, no sector da gestão de resíduos possam seleccionar e aplicar as técnicas mais adequadas de tratamento e disposição final.

2.3 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Para Chiavenato (2004), o planejamento estratégico define-se como a forma pela qual se pretende aplicar uma determinada estratégia a fim de se atingir determinados objetivos. Ainda para Chiavenato (2004), o modelo de planejamento estratégico segue passos como: definição dos objetivos, análise externa e interna, formulação e escolha das estratégias e operacionalização das estratégias.

Planejar é compreender como o entendimento conjunto da situação presente e da visão de futuro interferem nas decisões tomadas no presente afim de se atingir os objetivos futuros estabelecidos (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

“Planejar é projetar o futuro diferentemente do passado, por causas sob nosso controle” (CORRÊA; CORRÊA, 2012).

Segundo Tubino (2009), planejar estrategicamente trata-se de criar condições para que os responsáveis sejam capazes de tomar decisões rapidamente perante oportunidades e riscos, otimizando sua atuação e garantindo sua perpetuação no tempo.

2.3.1 Cenários

A escola do planejamento, mais recentemente passou a adotar o conceito de planejamento de cenários na formulação de estratégias. O cenário constitui uma importante ferramenta e se baseia não em prever o futuro pressupondo sobre uma variedade de futuros, mas sim em aproximar-se do futuro correto (CHIAVENATO, 2004).

“Como o tempo do planejamento não é ilimitado, ele precisa de cenários suficientes para cobrir as contingências importantes possíveis, mas em quantidade pequena para serem administráveis” (CHIAVENATO, 2004).

Para Hoss et al. (2010), cenários trazem a possibilidade de se parametrizar acontecimentos futuros, podendo ser simulados, um cenário busca descrever uma determinada situação específica, ou como ela poderá se transformar no futuro.

Como ponto forte da técnica de cenários verifica-se a flexibilidade, bastando a mudança de informações, proporcionando objetividade e clareza na interpretação dos resultados (CASAGRANDE, 2012).

Uma avaliação apoiada em cenários pode fornecer parâmetros mais seguros para os gestores, além de trazer informações relevantes que podem apoiar na tomada de decisões (CASAGRANDE, 2010).

É necessário conhecer as variáveis que influenciam os resultados para que possam ser montados os cenários, bem como quais as são as variáveis mais ou menos significativas (CASAGRANDE, 2012).

Para Silva e Kopittke (2002), “com a idealização de cenários é possível fazer simulações que embasem a tomada de decisão, as quais auxiliam na compreensão do impacto das variáveis definidas sobre os resultados”.

A opção de realizar uma simulação de cenários justifica-se por a mesma se tratar de uma ferramenta que transforma dados em relevantes informações para apoiar decisões (BROMBERGER; HOSS, 2015)

Pode-se utilizar correlações para obtenção de equações que possibilitem a construção de cenários.

As previsões que se baseiam em correlações têm como objetivo gerar uma equação que identifique o efeito de uma variável sobre o produto final de análise. Para isso dois tipos de dados devem ser levados em conta: o histórico do produto em questão (variável dependente) e o histórico das variáveis de previsão (variáveis independentes). Em posse desse conjunto de dados, através da técnica conhecida como regressão, pode-se estabelecer essa equação matemática (TUBINO; 2009).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta etapa são descritos os procedimentos gerais da pesquisa assim como da unidade modelada para, posteriormente, se descrever a formulação dos cenários.

Para a interpretação da unidade a qual se pretendeu intervir e caracterização dos elementos relevantes à obtenção de resultados foram realizadas entrevistas junto a prefeitura. A partir modelo básico elaborado foram sendo inseridos os dados referentes à gestão de resíduos oriundos da construção civil do município em questão; assim, foi possível criar um modelo que melhor representasse a região analisada.

Com o levantamento bibliográfico realizado constatou-se grande importância, no que tange mensuração e reaproveitamento dos resíduos da construção civil; apresentou-se, ainda, um direcionamento à criação de um modelo estatístico que possa levar ao entendimento da dinâmica voltada ao tema aqui abordado, oportunizando um equilíbrio ambiental.

Para a realização deste trabalho, ancorada em pesquisas bibliográficas, fez-se contato junto a uma prefeitura do Oeste do Paraná, realizando-se visitas e entrevistas com responsáveis pelo setor.

3.1 LOCAL DE ESTUDO

O presente trabalho foi realizado em município que se localiza no oeste do Paraná, tem uma área de 639,746 km², sendo que ganhar destaque por 51% desse território pertence ao Parque Nacional do Iguaçu. A população estima para 2014, segundo o publicado no Diário Oficial da União em 28/08/2014 é 17.186 habitantes (IBGE; 2014).

3.2 CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS

Previamente foram definidos os principais fatores que podem influenciar na produção de resíduos sólidos urbanos, em termos de quantidade e composição, sendo eles população e padrão de vida, assim como considerados por Daskalopoulos, Badr e Probert (1998), Sokka, Antikainen e Kauppi (2007) e Melo, Sautter e Janissek (2009).

Para se obter os cenários da produção de resíduos, baseou-se na associação de fatores críticos á produção de resíduo, bem como o realizado por Melo, Sautter e Janissek (2009).

3.2.1 Construção da Série Histórica para Geração de RCCS

A metodologia utilizada para estimar a quantidade de resíduos da construção civil (RCC's) gerada em novas edificações no município consiste em uma adaptação dos procedimentos propostos por Pinto (1999), que considera estimativas de área construída – serviços executados e perdas efetivadas. A utilização dessas estimativas de referência define uma “taxa de geração de resíduos de construção” na ordem de 150 quilos por metro quadrado construído, a partir da utilização das seguintes estimativas de referência:

- Massa estimada de edificações, executadas por processos convencionais = 1.200 kg/m²;
- Perda média de materiais nos processos construtivos, em relação à massa de materiais levados ao canteiro de obra = 25%;
- Percentual da perda de materiais, removido como entulho, durante o transcorrer da obra = 50%.

Através de consulta aos registros da prefeitura foi possível estabelecer um total de área construída a partir da análise dos alvarás de construção (obras novas) aprovada pela prefeitura. Multiplicando os totais anuais de área construída pela taxa de geração de resíduos foi possível criar uma série histórica anual de RCC gerados no município.

3.2.2 Crescimento Populacional

A série histórica da população do município foi montada a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e foram coletados no senso Demográfico 1991, Contagem Populacional 1996, Censo Demográfico 2000, Contagem Populacional 2007 e Censo Demográfico 2010. Na Tabela 1 estão os dados disponíveis para população do município. Para possibilitar a utilização na múltipla regressão, e posteriormente na construção de cenários, a série histórica foi completada por meio de interpolação e com a estimativa do IBGE para a população de 2014, além de descartado o dado referente ao ano de 1991 que traz a informação populacional anterior à emancipação de um de seus distritos, segundo informação da própria prefeitura.

Tabela 1: Evolução Populacional do Município

Ano	População
1991	17.329
1996	13.783
2000	14.344
2007	15.404
2010	16.078

Fonte : IBGE (2015)

A Tabela 1 traz a série histórica para o numero de habitantes no município, com os anos que o IBGE dispõe desses dados.

3.2.3 PIB e Índice IPCA

Os dados do produto interno bruto (PIB) *per capita* para o município de foram retirados da base de dados do IBGE Cidades, como a disponibilidade dessa informação se limita ao ano de 2012, foi necessário estimar os valores para os anos seguintes.

O PIB foi utilizado como indicativo do padrão de vida da população, porem não mede o real poder de compra dos consumidores, por não considerar a variação de preços e dos serviços ao longo dos anos, ou seja, a aumento do custo de vida da população (MELO; SAUTTER; JANISSEK, 2009).

Assim como o realizado por Melo, Sautter e Janissek (2009), para se obter valores mais significativos , utilizou-se um índice que sintetiza a variação de preços, o IPCA para ajustar os valores do PIB.

O Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) mede a variação dos custos para a população como: alimentação, bebidas, saúde, habitação, transporte, vestuário, entre outras necessidades básicas (IBGE, 2007).

Para ajustar o PIB a preços constantes multiplicou-se o índice de preços cumulativamente a cada ano, pelo valor do PIB a preços correntes do ano equivalente (MELO; SAUTTER; JANISSEK, 2009).

3.2.4 Projeção

Por meio de regressão múltipla disponível no pacote de ferramentas de análise estatística do programa Microsoft Excel foram correlacionadas as séries históricas da variável dependente (geração de RCCs) com os dados das séries históricas das variáveis independentes (População e PIB), a fim de prever o comportamento futuro da geração de resíduos da construção civil ara o município.

Para as projeções da geração de resíduos foi utilizada a equação obtida através da correlação múltipla alimentada com dados das projeções populacionais que apresentou um grau de correlação bom ($R^2 = 0,9808$), e com a projeção do PIB que atingiu um grau de correlação $R^2 = 0,9401$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 LEVANTAMENTO DAS VARIÁVEIS

Segundo informações da Secretaria Municipal De Meio Ambiente E Recursos Hídricos, a coleta dos RCCs no município não é realizada por empresas especializadas, culturalmente os moradores depositam o entulho das obras nas calçadas das vias públicas ficando a cargo da prefeitura o recolhimento. A prefeitura não efetua o recolhimento com um veículo exclusivo para esse fim, e não tem nenhum tipo de controle sobre a frequência com que realiza esse tipo de serviço ou sobre as quantidades quantidade recolhidas. Sendo assim, foi inviável realizar a quantificação por um método direto para comparação, como o feito por Angulo et al (2011).

Para a estimativa indireta, a falta de dados e a organização destes também foi um fator limitante que interferiu na confiabilidade final da ferramenta de previsão.

4.1.1 Estimativa da geração de RCC

Segundo a Secretaria Municipal De Meio Ambiente E Recursos Hídricos, a organização dos alvarás de construção do município e a distribuição desse dado ao longo dos anos está comprometida devido ao registro dos mesmos serem executados posteriormente na maioria dos casos anteriores a 2010. A distribuição periódica, não confiável dos dados de área total construída no município comprometeu toda a série histórica utilizada para o cálculo da estimativa da geração de RCC anterior ao ano de 2010, forçando a utilização de uma série histórica mais curta para alimentação da equação de previsão, diminuindo seu poder de aproximação à realidade.

A Tabela 2 apresenta as estimativas da geração de RCC no Município a partir dos dados de área construída fornecidos pelos alvarás da prefeitura, no período que a linha de tendência apresentou o R mais confiável.

Conforme a metodologia, o total de área construída foi multiplicado pelo Coeficiente de Geração igual a 0,15 ton/m².

Tabela 2: Estimativa da geração de RCC, 2010-2014.

Período	Área (m ²)	Estimativa de Geração (t/a)
2010	38174,9	5726,2
2011	25045,0	3756,8
2012	11537,9	1730,7
2013	16476,9	2471,5
2014	11389,3	1708,4

Nos período total que contem os dados dos alvarás fornecidos pela a prefeitura não foi possível estabelecer uma linha de tendência entres os dados obtidos anteriores ao ano de 2010, tendo em vista a disparidade dos valores de áreas construídas e a falta desse dado para alguns anos do período. Porém, na Tabela 2 pode-se notar uma redução nos valores estimados para a geração de RCC.

A Figura 1 traz a linha de tendência que se obteve através da estimativa de geração de RCCs no período de 2010 a 2014.

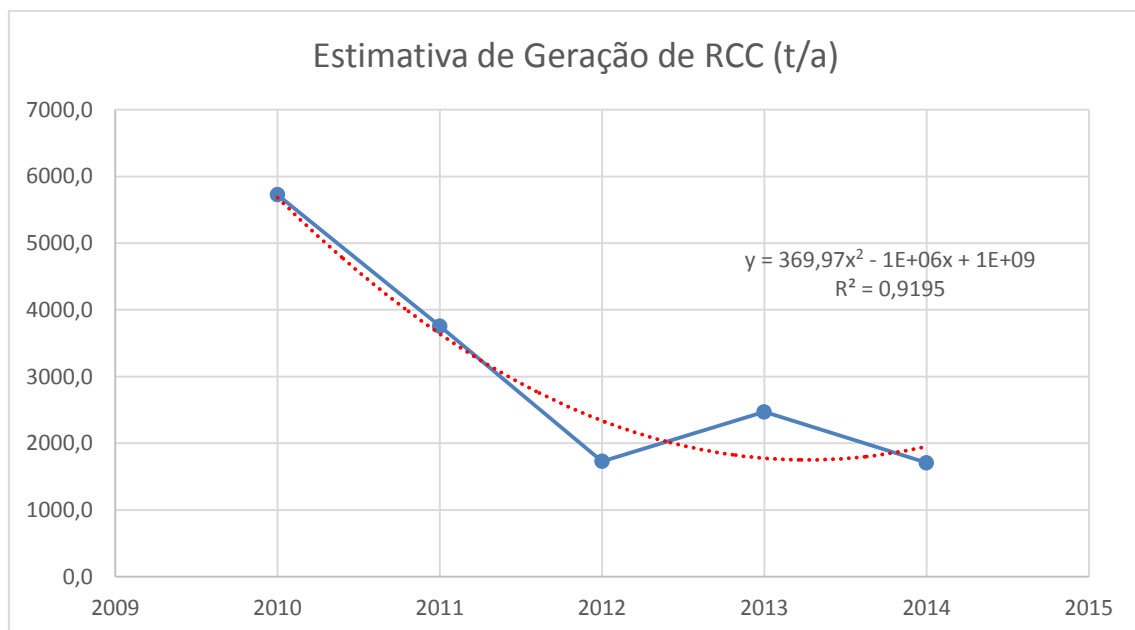


Figura 1: Gráfico da Estimativa de Geração de RCC (t/a)

Além de se observar a curva obtida, um polinomial de segunda ordem, com

um R de 0,9589, é possível notar uma significativa queda na geração de RCCs entre os anos de 2010 e 2012.

4.1.2 Crescimento Populacional

Conforme o procedimento descrito na metodologia os dados para o número de habitantes da cidade foram retirados do IBGE Cidades e considerados a partir do ano de 1991, posterior à emancipação do município de Ramilândia, considerando assim somente os dados referentes à tendência de crescimento populacional do município. Com isso, os dados disponíveis para o número de habitantes referem-se aos anos de 1996, 2000, 2007, 2010. Após utilizar-se de interpolação para completar a série histórica chegou-se à linha de tendência mostrada na Figura 2.

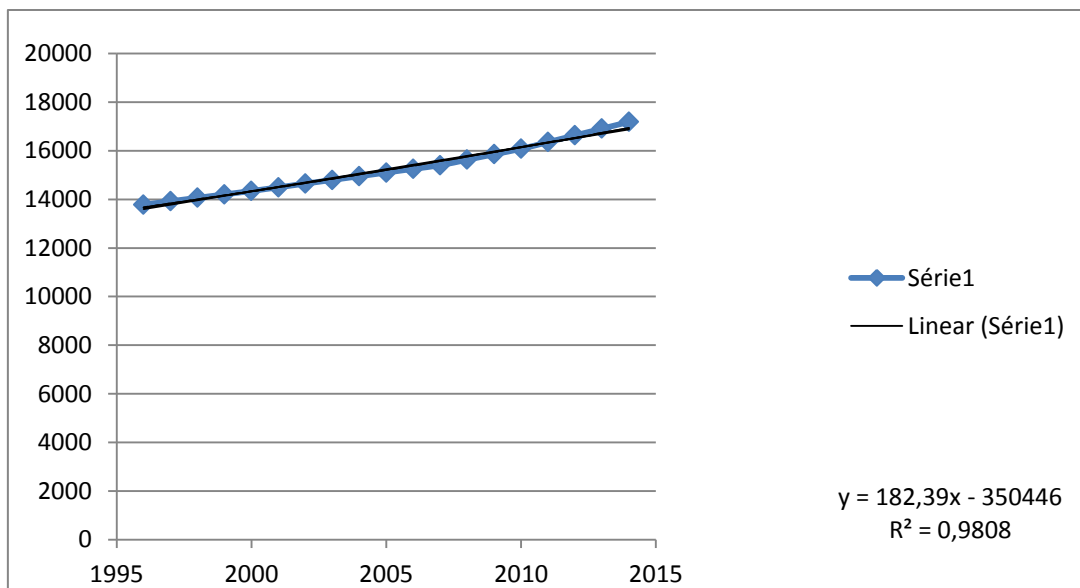


Figura 2: Gráfico do Crescimento Populacional

A Figura 2 mostra que o crescimento populacional no município no oeste do Paraná tem se comportado de maneira linear ao longo dos últimos oito anos, com isso, a linha de tendência apresentou uma confiabilidade muito boa com um valor de R^2 de 0,98.

4.1.3 PIB e Índice IPCA

Na Tabela 3 estão dispostos os dados do PIB municipal e os valores dos cumulativos do índice IPCA para os anos de 1991 a 2014, devido à falta de dados, os valores do PIB para os anos de 2013 e 2014 foram estimados por regressão simples.

Tabela 3: Dados PIB e IPCA

Ano	PIB a preços correntes (mil reais)	Índice IPCA	Multiplicação
1999	58142,00	8,60	500021,20
2000	75731,00	5,83	441511,73
2001	85196,00	7,42	632154,32
2002	111900,00	11,90	1331610,00
2003	153872,00	8,95	1377154,40
2004	168599,00	7,35	1239202,65
2005	171240,00	5,55	950382,00
2006	160806,00	3,10	498498,60
2007	191169,00	4,37	835408,53
2008	212434,00	5,75	1221495,50
2009	224470,00	4,23	949508,10
2010	266604,00	5,76	1535639,04
2011	308123,00	6,32	1947337,36
2012	357019,00	5,69	2031438,11
2013	406513,51	5,76	2341517,82
2014	459857,73	6,23	2864913,68

Os valores do PIB estimados nesse trabalho aparecem em vermelho na Tabela 3, onde é possível perceber a tendência do crescimento do PIB local. A quarta coluna da Tabela 3 traz a multiplicação dos valores do PIB e do cumulativo anual do Índice IPCA, conforme descrito na metodologia.

4.2 PREVISÃO DE CENÁRIOS

A regressão múltipla utilizada para correlacionar as variáveis envolvidas apresentou os resultados exibidos na Tabela 4.

Tabela 4: Dados Estatísticos Do Modelo

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,870367
R-Quadrado	0,757538
R-quadrado ajustado	0,515077
Erro padrão	1182,423
Observações	5

A partir da regressão foi obtida a equação que permitiu prever os cenários da geração de resíduos para o município, sendo ela alimentada com os dados do número populacional e da multiplicação do PIB como Índice IPCA.

$$(i) \quad \text{Est. de Geração} = 205,5722 * \text{População} - 0,1007 * \text{PIB} * \text{IPCA} - 44853,1666$$

Na tabela 5, está apresentado um comparativo dos valores para a geração de RCC estimados pela equação obtida através da regressão múltipla que coloca a geração de RCC dependente do crescimento populacional e do PIB local, com a primeira estimativa de geração feita a partir da multiplicação dos dados do alvará com o coeficiente de Pinto (1999).

Tabela 5: Comparativo da equação obtida

Ano	Estimativa por Coef. (t/a)	Equação obtida pela regressão(t/a)
2010	5726,2	4955,251458
2011	3756,8	4121,791637
2012	1730,7	3004,062149
2013	2471,5	1849,587104
2014	1708,4	1462,928767

É possível observar uma semelhança de, em média 87% entre os valores estimados entre a ferramenta de estimativa e estimativa inicial feita pelo coeficiente descrito na metodologia.

Fazendo o uso da equação de Estimativa de Geração foi possível construir os cenários da situação da geração de resíduos da construção civil do município para

os anos de 2020, 2025 e 2030, através da extrapolação das linhas de tendência do número de habitantes da cidade e do PIB*IPCA.

Os cenários obtidos podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 6: Previsão de cenário, extrapolação da situação atual.

Cenário	Ano	População	PIB*IPCA	Estimativa de Geração (t/a)
1	2020	17981,8	16651460	1974345,8
2	2025	18893,75	18177825	2008061,3
3	2030	19805,7	19704190	2041776,9

Além dos cenários mais prováveis, previstos caso as condições atuais forem mantidas, também foram previstos cenários que contam com a redução de dez e vinte por cento do total de resíduos da construção civil totais gerados, redução essa que pode ser atingida por meio de reciclagem desse material ou técnicas aplicadas nas fontes geradoras. A Tabela 6 traz a previsão para os anos de 2020, 2025 e 2030, com as hipóteses de redução de 12 e 20%. A visualização desses seis novos cenários pode trazer uma ideia da economia de recursos e de áreas de disposição final que essas reduções podem acarretar.

Tabela 7: Previsão de cenários com redução de 10 e 20%

Cenário	Ano	Redução (%)	Redução (t/a)	Estimativa de Geração (t/a)
4	2020	10	197434,6	1776911,2
5		20	401612,3	1572733,5
6	2025	10	200806,1	1807255,2
7		20	408355,4	1599706,0
8	2030	10	204177,7	1837599,2
9		20	408355,4	1633421,5

Observando as Tabelas 6 e 7, pode se notar para o ultimo ano de previsão, uma redução de 408355,4 toneladas na geração anual de RCC no município. Utilizando-se da massa unitária dos RCC utilizada na metodologia, 1.200 Kg/m² proposta por Pinto (1999), pode se chegar a uma economia de área pra disposição desse tipo de resíduos de 34029 mil metros quadrados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tentativa de se adaptar uma metodologia usualmente empregada na quantificação de RSU para se estimar a geração de RCC acabou não apresentando o resultado esperado, em termos de confiabilidade, pela defasagem nos dados obtidos.

A falta de controle na disposição temporal dos alvarás da Prefeitura acabou comprometendo a estimativa de geração de RCC.

O fato da coleta dos RCC ser realizada pelo serviço municipal, sem nenhum tipo de controle impediu a quantificação direta da geração para diagnóstico e posterior comparação com a realidade de outras localidades, já que a quantificação da coleta é a principal ferramenta utilizada em estudos da área.

Ainda assim, a equação de estimativa de geração de RCC levando em conta a influência do PIB corrigido pelo Índice IPCA e o crescimento populacional foi obtida e apresentou resultados que se aproximaram bastante (em média 87%) dos valores obtidos seguindo o coeficiente de Pinto (1999).

Por fim, o trabalho tratou de uma primeira tentativa de mensurar os Resíduos da Construção Civil em um município de pequeno porte no oeste do Paraná, e sugere-se para trabalhos futuros, a busca por ferramentas que possam produzir dados mais completos, bem como a quantificação direta dos resíduos municipais.

REFERÊNCIAS

ABRELPE: Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais: **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2010.

ACHILLAS, Ch.; BANIAS, G.; MOUSSIOPOULOS, N.; PAPAIOANNOU, I.; VLACHOKOSTAS, Ch. **A web-based Decision Support System for the optimal management of construction and demolition waste**. *Waste Management*, v. 31, n. 12, p. 2497-2502, 2011.

ÂNGULO, S. C., TEIXEIRA, C. E., CASTRO, A. L., NOGUEIRA, T. P., **Resíduos de Construção e Demolição: Avaliação de Métodos de Quantificação**. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 16, n. 3, p. 299-306, 2011.

BROMBERGER, Vanderlei; HOSS, Osni. **SIMULAÇÃO DE CENÁRIOS: ESTUDO DE CASO NAS FONTES DE RECURSOS DA FUNDAÇÃO DE APOIO À EDUCAÇÃO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ CÂMPUS PATO BRANCO**. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1480/1/PB_EGCF_VII_2011_28.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2015.

CASAGRANDE, Luiz F; **Sistemática para Previsão de Resultado Empresarial Baseado em Cenários**. Tese de Doutorado, PPGE/UFGRS, 2010.

CASAGRANDE, Sônia Maria Michelon. **Sistemática de Previsão de Resultados Baseada em Cenários Aplicada em uma Cooperativa de Trabalho Médico**. 2012. 25 f. Tese (Doutorado) - Curso de Especialização em Gestão Contábil e Financeira, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2012. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1003/1/PB_EGCF_VIII_2012_20.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2015.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. 7. ed. São Paulo: Elsevier, 2004.

CORRÊA, Henrique L; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2012.

DASKALOPOULOS, E.; BADR, O.; PROBERT, S.D. **Municipal solid waste: a prediction methodology for the generation rate and composition in the European Union and the United States of America**. *Resources, Conservation and*

Recycling, v. 24, n. 1, p. 155-166, 1998.

DASKALOPOULOS, E.; BADR, O.; PROBERT, S.d. **Municipal solid waste: a prediction methodology for the generation rate and composition in the European Union countries and the United States of America.** *Resources, Conservation And Recycling*, Cranfield, p.155-166, 5 maio 2005.

DYSON, Brian; CHANG, Ni-bin. **Forecasting municipal solid waste generation in a fast-growing urban region with system dynamics modeling.** *Wast Management*, Kingsville, p.669-679, 1 jan. 2005.

FERREIRA, João Alberto; ANJOS, Luiz Antônio dos. **Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais.** *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, p.689-696, maio 2001. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/pdf/csp/v17n3/4651.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2015.

GAEDE, Lia Pompéia Faria. **GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO Civil NO MUNICÍPIO DE VITÓRIAS E NORMAS EXISTENTES.** 2008. 73 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

HOSS, Osni; ROJO, Claudio Antônio; GRAPEGGIA, Mariana. **Gestão de Ativos Intangíveis.** São Paulo: Atlas, 2010.

IBGE CIDADES@ (2014); Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>; Acesso em 28 abr. 2015.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Produto Interno Bruto dos Municípios.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=411560>>. Acesso em: 20 fev. 2015

JACOBI, Pedro R.; BESEN, Gina Rizpah. **Gestão de Resíduos Sólidos na Região Metropolitana de São Paulo: Avanços e Desafios.** *São Paulo em Perspectiva*, São Paulo, v. 20, n. 2, p.90-104, jun. 2006. Disponível em: <http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v20n02/v20n02_07.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2015.

JOHN, V.M. **Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção.** In: CASSA, J.C.S. et al. (Org). *Reciclagem de entulho para a produção*

de materiais de construção: projeto entulho bom. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.

MÁLIA, M., BRITO, J., BRAVO, M. Indicadores de Resíduos de Construção e Demolição para Construções Residenciais Novas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 117-130, 2011.

MELO, Lucas Araújo de; SAUTTER, Klaus Dieter; JANISSEK, Paulo Roberto. **Estudo de cenários para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Curitiba**. *Eng Sanit Ambient*, Curitiba, v. 14, p.551-558, out. 2009.

MOREIRA, Lucia H. H. **Avaliação da influência da origem e do tratamento dos agregados reciclados de resíduos de construção e demolição no desempenho mecânico do concreto estrutural**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, USP. São Paulo, 2010.

PINTO, Tarcísio de P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Construção Civil, USP. São Paulo, 1999.

POLAZ, Carla Natacha Marcolino; TEIXEIRA, Bernardo Arantes do Nascimento. **Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP)**. *Eng Sanit Ambient*, São Paulo, v. 14, n. 3, p.411-420, jun. 2009. Disponível em: <http://novo.more.ufsc.br/artigo_revista/inserir_artigo_revista>. Acesso em: 2 mar. 2015.

RIBEIRO, Simone. **Diagnóstico do gerenciamento dos resíduos da construção civil na região metropolitana de São Paulo**. 2008. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

SANTOS, Alcimar Laurentino dos; PINTO, Carlos Henrique Catunda. **Análise Da Percepção da Legislação Ambiental, Gestão e Destinação dos RCD - Resíduos da Construção e Demolição no Município de Parnamirim/Rn: Um Estudo das Construtoras Ligadas ao Sinduscon/Rn**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Não use números Romanos ou letras, use somente números Árabicos. 2009, Salvador. *Anais...* .Salvador: Abepro, 2009.

SOKKA, L.; ANTIKAINEN, R.; KAUPPI, P.E. **Municipal solid waste production and composition in Finland – Changes in the period 1960-2002 and prospects until 2020**. *Resources, Conservations and Recycling*, v. 50, n. 4, p. 475-488, 2007.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2009.