

CONTROLE DE EMISSÕES DE CO₂ NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DOS INSTRUMENTOS LEGAIS DISPONÍVEIS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

GHG MITIGATION IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY – ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF LEGISLATION IN RIO DE JANEIRO

CONTROL DE EMISIONES DE CO₂ EN LA CONSTRUCCIÓN CIVIL: UN ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LOS INSTRUMENTOS JURÍDICOS DISPONIBLES EN LA CIUDAD DE RIO DE JANEIRO

Luiza Helena Nunes Laera¹
Margareth Simões Penello Meirelles²
Kenny Fonseca Tanizaki³

RESUMO:

No município do Rio de Janeiro, o Protocolo de Intenções do Rio instituiu, em 2007, as medidas de mitigação dos efeitos do aquecimento global na cidade. Entretanto, as metas de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) somente foram estabelecidas em 2009, no Programa Rio Sustentável. Entre as ações estabelecidas tanto no âmbito do Protocolo quanto no Programa está a determinação legal da compensação dessas emissões pelo setor da construção civil, através de plantio de mudas arbóreas. O presente artigo analisa a evolução desse arcabouço legal através da investigação do cumprimento da Lei Municipal nº 613/84 e do Decreto Municipal nº 31.180/09. Esses instrumentos legais determinam plantio de árvores nos processos de licenciamento de construções no município, em quantidade calculada com base na área total da construção. A análise foi direcionada para o

¹ Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UFRJ), Mestre em Ciência Ambiental pela Universidade Federal Fluminense (PGCA/UFF) especialização em Ciências Ambientais no Programa de Formação Profissional em Ciências Ambientais (NADC/UFRJ) Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Engenheira agrônoma da Fundação Parques e Jardins, da Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro. E-mail: luizanatailandia@gmail.com

² Doutora em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UFRJ) Professora e coordenadora de projetos no Centro de Tecnologia e Ciências, Departamento de Engenharia e Sistemas e Computação. E Programa de Pós Graduação em Geomática. Pesquisadora e coordenadora de projetos de pesquisa na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA Solos. E-mail: maggie.simoese@gmail.com

³ Doutor em Geoquímica Ambiental pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Professor de Ciências da Natureza do Departamento de Análise Geoambiental do Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense (UFF). Pesquisador do Programa Antártico Brasileiro. E-mail: kenny.fonseca@gmail.com



período de janeiro a julho de 2010, que corresponde ao primeiro semestre após institucionalização da compensação de emissões na construção civil através de plantios arbóreos. Na análise foram comparadas as estimativas de emissões geradas pelas construções e a estimativa do total de carbono a ser sequestrado pelos plantios arbóreos, exigidos legalmente no licenciamento das construções. Essa análise da eficácia dos instrumentos legais, à disposição do município do Rio de Janeiro, sob o ponto de vista ambiental, em relação à dinâmica do CO₂, demonstrou que a legislação atual é ineficaz na compensação, através de plantios de árvores, das emissões geradas nas construções licenciadas na cidade do Rio de Janeiro

Palavras-Chave: Arborização urbana. Sequestro de carbono. Compensação de emissões de GEE. Cidade do Rio de Janeiro.

ABSTRACT:

In the year of 2007 a Protocol of Intentions was organized to set up mitigation engagement for the global warming effects in the municipality of Rio de Janeiro in 2007. However, targets for reducing emissions of greenhouse gases (GHG) were only established in 2009 through the "Sustainable Rio Program". One of the actions set out under the Protocol and the Program is the legal determination of the compensation of GHG emissions by the civil construction sector, through planting trees. This article examines the evolution of this legal framework and investigates the effectiveness of Law 613/84 and Decree 31.180/09, under the environmental point of view, in relation to the dynamics of CO₂. These legal instruments determine planting trees by the civil construction sector, in an amount calculated based on the total area of construction. The analysis was focused on the period from January to July 2010, which corresponds to the first semester after legal determination of the compensation of GHG emissions by the civil construction sector through planting trees. In the analysis we compared the estimates of emissions by new constructions licensed by the City Hall in the first six months of institutionalization of the emissions offsetting scheme and the estimate of total carbon to be sequestered by planting trees, legally required in the licensing of buildings. This analysis shows that current legislation is ineffective in offsetting the emissions generated in licensed buildings in the city of Rio de Janeiro, through planting of trees.

Keywords: Urban forestry. Offsetting emissions. Carbon storage. Municipal Law 613/84. Municipal Decree 31.180/09. City of Rio de Janeiro.

RESUMEN:

En el año de 2007 un Protocolo de Intenciones fue organizado para establecer el compromiso de mitigación de los efectos del calentamiento global en el municipio de Rio de Janeiro en 2007. Sin embargo, las metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se han establecido sólo en 2009 a través del "Programa Rio Sostenible". Una de las acciones establecidas en virtud del Protocolo y del Programa es la determinación legal de la compensación de las emisiones de gases de efecto invernadero por el sector de la construcción civil, a través de la plantación de árboles. En este artículo se examina la evolución de este marco jurídico e investiga la eficacia de la Ley 613/84 y el Decreto 31.180/09, bajo el punto de vista ambiental, en relación con la dinámica de CO₂. Esos instrumentos legales determinan la plantación de árboles en el proceso de concesión de licencias de construcción en la ciudad, en una cantidad calculada sobre la base de la superficie total de la construcción. El análisis se centró en el período de enero a julio de 2010,

que corresponde al primer semestre después de la determinación legal de la compensación de las emisiones de gases de efecto invernadero por el sector de la construcción civil a través de la plantación de árboles. En el análisis fueron comparadas las estimaciones de las emisiones generadas por las nuevas construcciones autorizadas por el Ayuntamiento en los primeros seis meses de la institucionalización del sistema de compensación de emisiones y la estimación del total de carbono a ser retenido por la plantación de árboles, legalmente requeridos en el otorgamiento de licencias de los edificios. Este análisis muestra que la legislación vigente es ineficaz para compensar las emisiones generadas en edificios con licencia en la ciudad de Rio de Janeiro, a través de la plantación de árboles.

Palabras clave: Árboles urbanos. Retención de carbono. Compensación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Ley Municipal nº 613/84. Decreto Municipal 31.180/09. Ciudad de Rio de Janeiro.

INTRODUÇÃO

Com a divulgação do 4º relatório do IPCC (*Fourth Assessment Report Climate Change 2007*), houveram iniciativas isoladas no Brasil no âmbito do poder público municipal, de promover ações referentes à institucionalização do controle de emissões. Uma dessas iniciativas foi a divulgação do Protocolo de Intenções do Rio que visa, sobretudo, atender as demandas de cidadania e de consciência ambiental que se generalizou globalmente, com maior ênfase, após a divulgação do último relatório do IPCC.

Na América do Sul, a Campanha das Cidades pela Proteção do Clima, lançada em 1998 pelo Conselho Internacional para Iniciativas Ambientais Locais (ICLEI), já havia definido nível de 10% como meta de redução das emissões de poluentes atmosféricos a ser atingido até o ano 2010. Definiu-se, neste sentido, que as cidades devem estar alinhadas com as proposições do Protocolo de Kyoto, controlando, portanto, as emissões do dióxido de carbono (CO₂) e do metano (CH₄). O Rio de Janeiro foi a primeira cidade brasileira a se comprometer com o ICLEI, no mesmo ano do lançamento, realizando um inventário detalhado de suas emissões de gases causadores de efeito estufa (GEE), referente aos anos de 1996 a 1998, que foi o primeiro inventário de uma cidade na região. Apesar do resultado do inventário ter sido publicado em 2000, a resposta do poder público somente aconteceu em 2007, com a publicação do Protocolo de Intenções do Rio.

Esse Protocolo, tornado público através do Decreto Municipal nº 27.595, de 14/02/2007 (RIO DE JANEIRO, 2007 a), é relativo às medidas de mitigação dos efeitos do aquecimento global do Rio de Janeiro. Nesse documento, a Prefeitura do

município, declara-se comprometida com os esforços de governo, empresas, organizações da sociedade civil e cidadãos de todo o planeta contra o aquecimento global. Uma das ações imediatas à divulgação do Protocolo de intenções foi à exigência legal da compensação das emissões de GEE pelo setor da construção civil e a instituição do ano de 2007 como o ano da arborização com a criação do Programa Municipal de Arborização Urbana. A integração entre o plantio de árvores e compensação de emissões de GEE vem ao encontro do interesse global em plantios de árvores, resultado da crescente preocupação mundial com a modificação do clima no planeta, com o objetivo na redução do nível de CO₂ atmosférico.

Com o Decreto nº 27.596, de 15/02/07, (RIO DE JANEIRO, 2007 b) foi instituído que todas as obras licenciadas pela Prefeitura de três pavimentos ou mais, ou que sendo não residenciais, sejam consideradas de médio e grande porte, devam ter suas emissões de GEE compensadas, deverão observar as compensações para garantir um efeito-carbono zero. Em seguida, o Decreto nº 27.740, de 23/03/2007, (RIO DE JANEIRO, 2007c) instituiu o ano de 2007 como o ano da arborização com a criação do Programa Municipal de Arborização Urbana, onde se previa o desenvolvimento de ações para implantação, gestão e conservação das áreas verdes urbanas, visando à ampliação da cobertura vegetal urbana, sob a Coordenação da Fundação Parques e Jardins do Município do Rio de Janeiro.

Apesar da exigência da compensação de emissões da construção civil, não houve uma regulamentação da disposição do Decreto nº 27.596, no referente a definição de uma metragem quadrada da construção mínima para que houvesse a compensação. Essa definição somente ocorreu dois anos depois, no governo municipal seguinte, através do Decreto nº 31.180, de 20/09/2009 (RIO DE JANEIRO, 2009a). Nesse diploma legal foi instituído que todas as obras de construção a serem licenciadas pela Prefeitura com área total construída superior a 180 m², devem compensar as emissões de gases do efeito estufa, geradas durante a sua execução. Para atender a esse propósito estipulou-se, através da Resolução Conjunta SMAC/SMU nº 14, de 30/10/09 (RIO DE JANEIRO, 2009b), que o cálculo das compensações das emissões de gases do efeito estufa deva ser o somatório das compensações das emissões oriundas de escavações (subsolo) e das compensações das emissões oriundas de construção. Para a compensação das emissões oriundas da escavação corresponde a exigência de fornecimento de uma muda de espécie arbórea para cada 25 m² de Área Total Construída (ATC) em

subsolo e para a compensação de emissões oriunda da construção corresponde a uma muda de espécie arbórea para cada 60 m² de ATC, excedente a 180 m².

Esses instrumentos legais antecederam às ações para a institucionalização do Programa Rio Sustentável, da Prefeitura do Rio de Janeiro, divulgado em 30/11/2009 com o Decreto nº 31.414 (RIO DE JANEIRO, 2009c), que estabelece metas de redução de emissões de gases de efeito estufa na cidade para os anos de 2012, 2016 e 2020. Para o ano de 2012 é fixada uma meta de redução das emissões de GEE do município em 8% em relação às emissões verificadas no ano de 2005. Para os anos de 2016 e 2020 são fixadas metas indicativas, para debate com a sociedade e decisão do Poder Legislativo, de redução de emissões de GEE em 16% e 20%, respectivamente, tendo-se como referência às emissões da cidade do Rio de Janeiro no ano de 2005, divulgadas no segundo inventário de emissões realizado para o município, pela Fundação COPPETEC e Secretaria Municipal de Meio Ambiente/RJ (COPPE, 2009).

O município do Rio de Janeiro, desde 1984, apresenta instrumentos legais que já estabeleciam medidas de imposição de plantios arbóreos nos processos de licenciamento de construções. O Decreto nº 31.180 e a Resolução Conjunta SMAC/SMU nº 14, que visam à compensação das emissões de GEE na construção civil, vêm ampliar o arcabouço legal que dá suporte ao incremento da arborização no município. O presente artigo tem o objetivo de analisar a evolução desse arcabouço legal e investigar a eficácia dos instrumentos legais, a sua disposição, sob o ponto de vista ambiental, em relação à dinâmica do CO₂, com base na análise comparativa entre as estimativas de emissões geradas pelas construções licenciadas e a estimativa do total de carbono a ser sequestrado pelos plantios arbóreos consolidados, exigidos nos processos de licenciamento das construções.

ÁRVORES E CONSTRUÇÃO CIVIL – UM VÍNCULO ANTIGO NOS PROCESSOS DE LICENCIAMENTO DE CONSTRUÇÕES NO RIO DE JANEIRO

Os plantios executados no município são oriundos, em sua quase totalidade, do cumprimento de exigência legal no licenciamento de construções. A partir de 1979, com a criação do Programa de Proteção ao Meio Ambiente – PROMAM, através da Lei nº 105, de 13/06/79 (RIO DE JANEIRO, 1979), foram desenvolvidos, pelo poder público municipal, diplomas legais que apresentavam instrumentos para

preservar a vegetação na área metropolitana, estabelecendo-se medidas que impõem plantios arbóreos para as construções a serem legalizadas, calculados com base na área total construída.

Em 1984, o poder público passou a vincular legalmente, no processo de licenciamento de construções no Rio de Janeiro, a exigência compensatória ambiental, através de plantios de mudas arbóreas, à ocupação do solo pelas novas construções e edificações. Com Lei Municipal nº 613/84 (RIO DE JANEIRO, 1984a), a exigência do plantio de mudas arbóreas no interior do lote, ou em área pública, de acordo com a destinação da edificação e a área total edificada, foi incorporada a rotina do licenciamento de construções. O cálculo do quantitativo de mudas a ser plantado, é resultado da fração da área total edificada por uma área determinada previamente, de acordo com a finalidade da construção, estabelecendo-se o plantio de uma muda de árvore por essa área determinada.

Na impossibilidade da execução desses plantios, no próprio terreno do empreendimento, estabeleceu-se, no Decreto nº 4.874/84 (RIO DE JANEIRO, 1984b), que o plantio devesse ser executado, em dobro, em área pública, seguindo determinações da Fundação Parques e Jardins (FPJ), órgão da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMAC). A execução desses plantios novos é realizada pelas empresas da construção civil, que têm a responsabilidade pelos custos referentes à aquisição de mudas e custos de serviços de execução de plantio.

Mesmo não sendo responsabilidade do município os custos referentes à aquisição de mudas e despesas com os serviços de execução do plantio e sim do agente privado atuante na construção civil, a manutenção da arborização implantada é dependente dos recursos públicos, que atualmente mostram-se insuficientes, não havendo uma consolidação dos plantios executados de maneira satisfatória, com uma perda de 50,7% nos plantios executados. O manejo é realizado de forma ineficiente e duplamente onerosa, consome recursos tributários e exige transferências diretas, com retorno incompatível aos custos apresentados (LAERA, 2006).

Diante da constatação da ineficácia dos instrumentos legais disponíveis para o incremento da arborização, e visando atender ao Protocolo de Intenções do município do Rio de Janeiro no controle das emissões, foi instituído o Programa Municipal de Arborização Urbana, no Decreto nº 27.740, de 23/03/2007 (RIO DE JANEIRO, 2007 c), elegendo-se o ano de 2007 como o ano da arborização. Nesse

Programa está previsto o desenvolvimento de ações para implantação, gestão e conservação das áreas verdes urbanas, visando à ampliação da cobertura vegetal urbana, sob a Coordenação da Fundação Parques e Jardins do Município do Rio de Janeiro. Em seguida, o Decreto nº 27.758, de 26/03/2007 (RIO DE JANEIRO, 2007 d), determina que o “habite-se” da edificação, cujo plantio correspondente deva ser efetuado em área pública, passa a ser condicionado a manutenção das mudas pelo período mínimo de um ano. Por outro lado, deixou de existir a exigência do fornecimento de mudas e plantio em dobro em área pública, no caso da impossibilidade do plantio no próprio lote. Uma das premissas para essa decisão foi a determinação, através do Decreto nº 27.596 de 15/02/2007, da compensação para garantir um efeito-carbono-zero para todas as obras licenciadas pela Prefeitura do Rio de Janeiro, de três pavimentos ou mais, ou que sendo não residenciais, sejam consideradas de médio a grande porte. O legislador provavelmente fundamentou-se na possibilidade da proposta de plantio de árvores como forma de compensação de emissões, porém não definiu esse critério no instrumento legal, deixando a cargo dos empreendedores a proposta da compensação.

A indefinição tanto em relação a uma metragem quadrada mínima da construção, para que houvesse a compensação quanto à forma manteve-se até a publicação do Decreto nº 31.180 (de 20/09/2009), no qual foi estabelecida a alteração no Decreto anterior. Neste novo diploma legal, definiu-se que as obras de construção a serem licenciadas pela Prefeitura, com metragem superior a 180 m² de ATC, devem compensar as emissões de gases do efeito estufa, geradas durante a sua execução. A Resolução Conjunta SMAC/SMU nº 4, de 30/10/09 (RIO DE JANEIRO, 2009 c), veio determinar que o cálculo das compensações das emissões de gases do efeito estufa deva corresponder ao somatório das compensações das emissões provenientes de escavações (subsolo) e da construção.

De acordo com informações da prefeitura, o grupo de trabalho que realizou os estudos de metodologia de compensação de emissões de gases de efeito estufa na construção civil, coordenado pela Secretaria de Meio Ambiente do município do Rio de Janeiro (SMAC), analisou várias simplificações no cálculo de emissões. Ao final do trabalho foram considerados quatro grupos de atividades com emissão de GEE na construção civil: i) transporte de materiais para o canteiro de obra; ii) equipamentos acionados por motores a explosão; iii) transporte de resíduos e movimento de terra; iv) consumo de energia elétrica. Os estudos conduziram ao

parâmetro de emissão de 20 kg de CO₂ por metro quadrado de construção. Para compensação das emissões, foi estabelecido o critério de seqüestro de carbono através do plantio de árvores, considerando a capacidade de seqüestro de 500 kg de CO₂ por árvore ao longo de vinte anos. Dessa forma, de posse da área construída do empreendimento, obtém-se a quantidade de árvores necessária para neutralização de suas emissões durante a construção. Sendo assim, a SMAC não só estabelece as medidas compensatórias dos empreendimentos licenciados como também fornece apoio técnico para o seu cumprimento e participa do processo executando o plantio das mudas (ATA CONSEMAC, 2009).

Com esses novos diplomas legais o município do Rio passa a ter a exigência de plantios arbóreos com vista à compensação de emissões de CO₂ vinculada ao processo de licenciamento de construção.

ARBORIZAÇÃO URBANA E O SEQÜESTRO DE CARBONO

As árvores, no espaço urbano, têm o potencial para fazer uma contribuição importante à redução de carbono atmosférico, embora seja somente parte de uma solução para minimizar riscos da mudança do clima. No contexto da melhoria da qualidade ambiental urbana, as árvores representam um importante papel, com base nos benefícios ambientais por elas proporcionados, principalmente os relacionados à dinâmica do CO₂ no ambiente urbano. A crescente preocupação mundial com a modificação do clima global tem resultado na manifestação, cada vez maior, do interesse em plantios de árvores, com vistas à redução do nível de CO₂ atmosférico (DWYER et al, 1992).

O seqüestro do carbono refere-se ao processo de mitigação biológica das árvores de absorver o CO₂ do ar e fixá-lo em forma de matéria lenhosa. Devido à eficiência demonstrada pelos arboretos urbanos, tanto em seqüestrar carbono como afetar a emissão de CO₂ nessas áreas, torna-se evidente o importante papel desempenhado pelas árvores na redução dos níveis de CO₂ nas cidades (NOWAK; CRANE, 2002). Em relação às árvores nativas, é estimado que uma árvore sequestra 600 kg de CO₂ para um período médio de trinta anos de vida (TANIZAKI, 2000).

O mecanismo de seqüestrar o carbono foi lançado em 1992, na Convenção Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima, como um instrumento de

flexibilização dos compromissos de redução das emissões GEE dos países com metas de redução. Trata-se de uma das modalidades dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Tratado de Quioto para compensar as emissões mitigando os efeitos deletérios das mudanças climáticas.

Em muitos países em desenvolvimento, a iniciativa de proteção do clima integra estratégias de abatimento de gases do efeito estufa nas suas soluções para sérios problemas relacionados aos resíduos, saneamento e poluição atmosférica, contribuindo para a qualidade ambiental das cidades. No inventário de emissões realizado para o município do Rio de Janeiro, pela Fundação COPPETEC e Secretaria Municipal de Meio Ambiente/RJ (COPPE, 2009), constam os dados levantados sobre as emissões dos principais gases de efeito estufa, de responsabilidade da Cidade do Rio de Janeiro, bem como os fatores de emissão. Apesar da demonstração de que as emissões *per capita* da cidade do Rio de Janeiro são muito inferiores às demais cidades que participam do programa Cidades para Proteção do Clima (CCP – *Cities for Climate Protection*) do Conselho Internacional para as Iniciativas Ambientais Locais (ICLEI), consta no Inventário a recomendação de incentivo para projetos de redução de emissões de gases efeito estufa.

Para o balanço das emissões de GEE, relacionadas à “Mudança no Uso do Solo e Florestas”, o Inventário de Emissões demonstra a realização de cálculos a partir do carbono emitido tanto pela remoção da vegetação (mudanças em estoques de fitomassa), como pelo carbono emitido com correção de acidez de solos agrícolas e ainda com base em carbono que vem sendo seqüestrado pelo Programa de Reflorestamento da Prefeitura Municipal. Não foram incluídas no cálculo de carbono seqüestrado as alterações no volume de fitomassa de árvores urbanas, que resultam em emissão ou absorção de carbono, apesar de constar como uma das principais mudanças no uso do solo relacionado pelo IPCC, incluso na categoria “Mudanças na Floresta e Outros Estoques de Biomassa”. De acordo com o Inventário, o plantio de árvores urbanas também resulta em significativa absorção de carbono, e a não inclusão nos cálculos foi devida à falta de dados sistematizados para o período estudado, compreendido entre 1995 a 2005.

Entretanto, do ponto de vista do controle de emissões de gases de efeito estufa, a ação de incremento de plantios somente poderá ser favorável se houver a garantia da manutenção eficaz das mudas plantadas. Por enquanto, a licença final da construção não está condicionada ao pleno estabelecimento do vegetal, não

havendo garantias, portanto, do fluxo contínuo dos serviços ambientais proporcionado pelas árvores plantadas. Sendo assim, a característica compensatória do atual arcabouço legal à disposição no município do Rio de Janeiro, somente pode ser comprovada, portanto, com a constatação da eficiência dos serviços ambientais, provenientes das árvores.

Considerando-se o importante papel da arborização urbana, em relação à dinâmica do CO₂ no ambiente urbano, essa característica compensatória ambiental da legislação poderá ser comprovada com a constatação da eficiência no seqüestro de carbono pelos plantios executados, quando comparados ao total de emissões das construções licenciadas.

AS EMISSÕES DE CO₂ NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A primeira medida de mitigação dos efeitos do aquecimento global no município do Rio de Janeiro, atendendo as previsões do Protocolo de Intenções do Rio, foi a exigência legal (Decreto nº 27.596/07) das compensações para garantir um efeito carbono-zero para todos os eventos realizados e para todas as obras licenciadas pela Prefeitura, de três pavimentos ou mais, ou que sendo não residenciais, sejam consideradas de médio e grande porte.

É provável que essa iniciativa tenha se baseado no fato que a construção civil é apontada como um dos setores da economia que mais impacto gera sobre o meio natural, com grande parcela de contribuição na situação ambiental atual (GRIGOLETTI; SATTLER, 2003). Ela consome em torno de 50% de recursos naturais disponíveis no planeta segundo John (2000), ou até 75%, segundo Agopyant et al (2005), com responsabilidade por grande parte dos resíduos, consumo de energia e emissões atmosféricas produzidas.

Na indústria da construção civil, o setor de produção de cimento é citado como responsável por 2 % (SOARES, 1998), a 7% (TOLEDO FILHO; REGO, 2002) de todas as emissões de CO₂. Nas obras civis o concreto é o elemento mais utilizado, sendo o material mais consumido pela humanidade após a água (ISAIA e GASTALDINI, 2004). Em relação ao consumo de energia, as emissões de CO₂ das indústrias de construção correspondem, nas cidades européias, a aproximadamente 30% do total de emissões (PRESCO apud BARBOSA et al, 2003).

Além do consumo de grande quantidade de recursos naturais não renováveis, a construção civil, no modelo atual, é responsável também pela produção de resíduos e desperdício de grande parte desses recursos ao longo do processo de produção. Estima-se que os resíduos da construção e demolição representam mais de 50% da massa de resíduos sólidos urbanos (JOHN, 2000).

Estudos da indústria de construção na Bélgica, elaborados pelo IDD – *Institut Wallon* – VITO (2001), demonstram que os materiais de construção, cimento, cal, aço (ferro), areia e brita (retirada e transporte), cerâmica vermelha e PVC, são os que apresentam maiores índices de emissões dos gases causadores do efeito estufa. De acordo ainda com o IDD, o concreto apresenta a maior quantidade de emissão de CO₂ para os principais materiais de construção utilizados em uma residência. As relações representadas entre a área construída e as emissões de CO₂, para as construções na Bélgica, correspondem a 253 kg de CO₂ / m² de construção.

No Brasil, Stachera Júnior (2006), com base nos estudos de Cybis e Santos (2000), Cruz et al (2003), IDD *Institut Wallon Vito* (2001) e Isaia e Gastaldini (2004), calculou o valor médio mínimo de 9,2 toneladas de CO₂, lançadas na atmosfera por casa, com 40 m² de área construída pela Companhia de Habitação do Paraná – COHAPAR. Esse valor equivale a 229 kg CO₂ /m² de área construída, emitidos no processo de produção e transporte dos principais produtos utilizados na construção de habitação de interesse social, desenvolvido no Estado do Paraná.

Diante do fato da potencialidade da ação de impacto da construção civil sobre o meio natural e a representatividade do setor na contabilização final das emissões de CO₂, uma das formas de compensação, a exemplo do que já vem ocorrendo com o movimento “carbono zero”, tem sido através da execução de plantio de árvores. Por outro lado, a compensação das emissões da construção civil por plantios somente poderá ser comprovada, ou não, se houver a análise comparativa entre as estimativas de emissões geradas pelas construções licenciadas e o a estimativa do total de carbono a ser sequestrado pelos plantios arbóreos, exigidos nos processos de licenciamento das construções.

ANÁLISE DA NEUTRALIZAÇÃO DAS EMISSÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL EXIGIDA NO LICENCIAMENTO DE CONSTRUÇÕES

Para a análise da eficiência da aplicação dos instrumentos legais na compensação das emissões da construção civil, foi investigado o cumprimento da Lei 613/84 e do Decreto 31.180/09, referente às exigências de plantios arbóreos nos processos de licenciamento de construções para a cidade. Devido à competência estabelecida à SMAC e FPJ para o acompanhamento do cumprimento dessas exigências legais, foram investigados os dados de processos de licenciamento de construções, com registro no banco de dados da Coordenadoria de Recuperação Ambiental / SMAC e da Fundação Parques e Jardins, no período de janeiro a julho de 2010, que corresponde ao primeiro semestre após institucionalização da compensação de emissões na construção civil através de plantios arbóreos. Para área de amostragem, foi escolhida a Área de Planejamento 4 (AP4) do município do Rio de Janeiro (Figura 1). Essa área compreende as regiões da Barra da Tijuca e Jacarepaguá, onde se concentram os maiores investimentos públicos na urbanização e onde está centralizada a maioria das construções licenciadas pelo município.

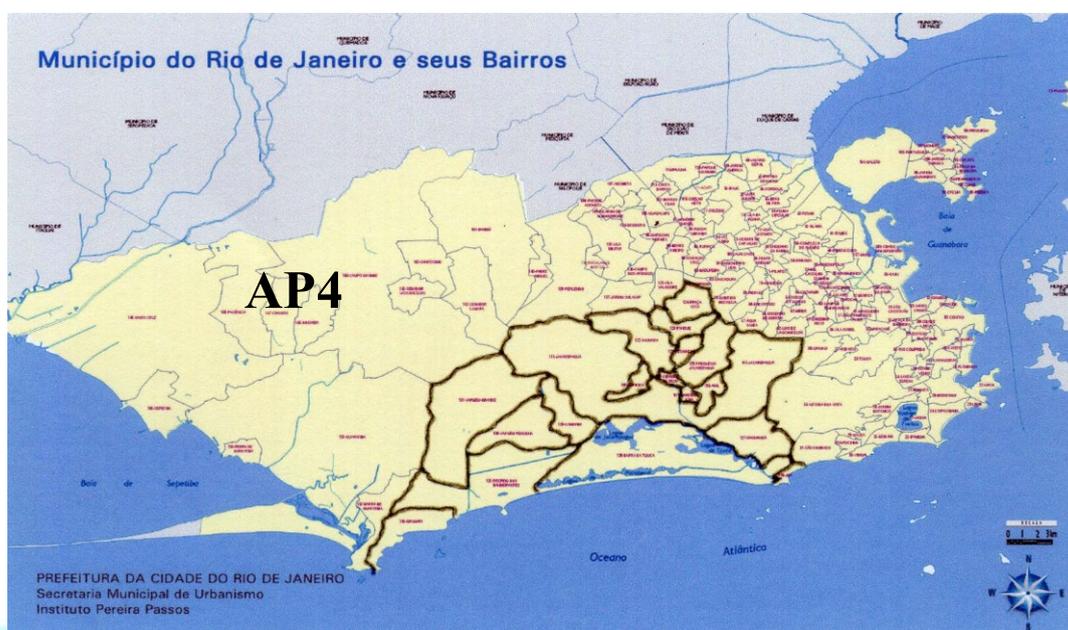


Figura 1 - Município do Rio de Janeiro – Área de Planejamento 4 e seus bairros
Fonte: Amazém de dados. Disponível em: < <http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br> >

Com base nos registros, foi quantificado o número de processos tramitados na FPJ e na SMAC, para os quais foram inspecionados o quantitativo do total de área construída (ATC) e o total de área edificada (ATE), o quantitativo de plantios de mudas arbóreas executados em área pública, referente ao cumprimento da Lei 613/84 e o total de plantios referente à exigência do cumprimento do Decreto 31180/09 no período analisado (Tabela 1).

Tabela 1 Cumprimento da Legislação – Plantios Arbóreos Compensatórios

AP4 Período	Área Total Construída ATC (m ²)	Área Total Edificada ATE (m ²)	Plantios Arbóreos	
			Lei 613/84	Decreto 31180/09
Jan-Julh0/2010	157737,82	55058,56	267	197

A partir desses dados obtidos, e de acordo com Stachera (2006) e Tanizaki (2000), foi calculado o quantitativo de CO₂ emitido pelas construções na AP4, no período estudado, e a estimativa de seqüestro de carbono pelas árvores plantadas em cumprimento da exigência legal no licenciamento das construções, (Tabela 2).

Tabela 2 Comparativo entre as estimativas do total de CO₂ emitido pelas construções e sequestrado pelos plantios

AP4 PERÍODO	Construções Licenciadas (ATC) m ²	Total emissão 229 kg/m ² (ton C)	Plantios* Lei 613/84	Sequestro C Estimat. 600 kg/árv após 30 anos - ton C	Plantios** Dec. 31180/09	Sequestro C Estimat. 600 kg/árv após 30 anos ton C
2010						
Jan-Jul	157737,82	36121960,7 8	267	160,2	197	118,2

Fonte: * Fundação Parques e Jardins, e ** Coordenadoria de Recuperação Ambiental/SMAC – Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro

DISCUSSÃO

Em uma primeira análise, com base na exigência legal de plantio arbóreo para a compensação de emissões em construção civil, em quantidade calculada com base na área construída total das construções licenciadas, pode-se constatar que não houve o cumprimento da legislação em todos os processos tramitados no

período. O baixo número de plantios indica uma inconstância na aplicação dos instrumentos legais ou mesmo erros no cálculo determinado legalmente.

Da mesma forma, a relação determinada entre área construída e plantio arbóreo para a compensação de emissões na construção civil, não atenderia ao propósito dos diplomas legais. Tanto no Decreto nº 31.180/09, com texto específico para a compensação de emissões na construção civil, quanto na Lei nº 613/84, com caráter compensatório, o quantitativo de plantios exigidos é inferior a necessidade para a compensação das emissões. Considerando o valor médio de 229 kg CO₂/m², em acordo com o estudo de Stachera (2006), para ambos os instrumentos legais o quantitativo exigido de plantios arbóreos é inferior ao quantitativo necessário para a compensação de emissões de CO₂ para as áreas de construção estabelecidas como parâmetro. A exigência da execução de plantios arbóreos na Lei nº 613/84, obedecendo à relação uma muda de árvore por 150 m² de área edificada, não compensa as emissões estimadas na construção. Seria necessário o plantio de cinquenta e sete árvores, para compensar o total de emissões de CO₂ em 1 m² de construção.

Em relação ao Decreto nº 31.180/09, que determina a relação de uma muda para cada 60 m² de construção excedente ao mínimo de 180 m² de área total construída, a necessidade corresponde a 22,9 plantios (Tabela 3).

Tabela 3: Exigência Legal / Emissões e Compensação

INSTRUMENTOS LEGAIS	ÁREA m²	Exigência Total de mudas	Total Emissões 229 kg/m²	Total Estim Seq kg C/ár	Total plantios necessários p/ compen 30 anos
Lei 613/84	150	1	34350	600	57
Decreto 31180/09	60	1	13740	600	22,9

CONCLUSÃO

A ampliação do arcabouço legal à disposição do município do Rio de Janeiro, que exige plantios arbóreos visando a compensação das emissões de GEE na construção civil, vêm ampliar o arcabouço legal que dá suporte ao incremento da arborização na cidade e conferir benefícios de ordem ambiental, contabilizados pelo

acrécimo efetivo no quantitativo de árvores públicas, que representam melhoria ambiental da cidade. Entretanto, o estudo demonstrou que a legislação atual é ineficaz na compensação, através de plantios de árvores, das emissões geradas nas construções licenciadas no município do Rio de Janeiro. Outra constatação refere-se ao Decreto nº 31.180/09, que ainda não apresenta uma aplicação regular no processo de licenciamento de construções na cidade. Nem todos os processos que tramitaram na FPJ e na SMAC apresentaram a exigência para cumprimento do Decreto.

A análise referente ao comparativo entre a emissão total de CO₂ estimada para a área construída no período analisado e o potencial de seqüestro de CO₂ pelos plantios executados, atendendo às exigências legais de caráter compensatório, demonstra que os cálculos para a quantificação de mudas necessárias não correspondem à compensação necessária às emissões ocorridas na construção civil no município do Rio de Janeiro.

Em relação ao Decreto nº 31.180/09, por trazer em seu texto a vinculação da exigência de plantios à compensação de emissões de CO₂ na construção civil na cidade, o cálculo deveria ter como base uma metodologia específica. Não foi localizado na prefeitura, nem em publicações acadêmicas, documento que conste o detalhamento da metodologia utilizada pelo grupo de trabalho que concluiu pela relação da área construída e quantitativo de plantio para a compensação das emissões de CO₂, por enquanto, o instrumento legal não atende ao seu objetivo.

Este resultado poderá ser utilizado para orientar a proposta de alteração do instrumento legal, de modo a compatibilizar a legislação municipal Programa Rio Sustentável, da Prefeitura do município do Rio de Janeiro,

Os benefícios de ordem ambiental, com a alteração na exigência legal, seriam contabilizados pelo acréscimo efetivo no quantitativo de árvores públicas, que representaria melhoria ambiental da cidade, através da oferta dos serviços ambientais específicos da arborização, principalmente o seqüestro de Carbono. A adicionalidade esperada com o incremento da arborização estaria principalmente no acréscimo efetivo de área arborizada no espaço urbano e no significado deste acréscimo em termos de carbono seqüestrado. Outro benefício importante para a cidade seria a melhoria estética, decorrente da possibilidade das inúmeras composições paisagísticas com os diversos elementos da malha urbana onde poderiam ser priorizadas as áreas públicas devolutas.

Os impactos positivos de ordem social e ambiental somente serão decorrentes a partir do processo de estruturação de um planejamento da arborização na cidade, estruturado na possibilidade de incremento de plantio de árvores, que permita também uma revisão da atual gestão da arborização, com a redução dos custos públicos atuais e uma maior eficiência institucional administrativa.

A oferta dos serviços ambientais específicos das árvores plantadas através de cumprimento de exigência legal, nos processos de licenciamento de construção na cidade, tem o potencial para fazer uma contribuição importante à redução de carbono atmosférico. Embora seja somente parte de uma solução para minimizar riscos da mudança do clima, essa contribuição, na atualidade, ainda se mostra ineficiente, sendo necessário, portanto, alterações nos diplomas legais à disposição do município do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

AGOPYANT et al. **Projeto:** Tecnologias para a construção habitacional mais sustentável (descrição). 2005. Disponível em: <<http://www.labecc.ufsc.br/finep/>>. Acesso em: 28 mar. 2007.

ARMAZÉM DE DADOS. Instituto Pereira Passos. Secretaria Municipal de Urbanismo Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br>>. Acesso em: 22 jan. 2006.

BARBOSA, J.C; INO, A.; SHIMBO, I. . **Sustainable indicators in the productive cycle of reforested wood housing.** Disponível em: <<http://www.timber.ce.wsu.edu/Resources/papers/P26.pdf>>. Acesso em 15 nov. 2005.

COPPE. **Inventário de emissões de gases do efeito estufa da cidade do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 2009.

CYBIS, I. F.; SANTOS, C. V. J. Análise do ciclo de vida aplicada à indústria da construção civil – estudo de caso. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 27, 2000. **Anais...** Disponível em: <<http://www.ingenieroambiental.com/info/ciclodevid.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2007.

DWYER, J. F. et al. Assessing the benefits and costs of the urban forest. **Journal of Arboriculture**, v.18, p. 227-234, 1992.

FONSECA, K. T. **Impacto do uso do solo no estoque e fluxo de carbono na área de domínio da Mata Atlântica:** Estudo de caso. 2000. Tese (Doutorado) – Departamento de Pós-graduação em Geoquímica Ambiental, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 2000.

GRIGOLETTI, G. C.; SATTler, M. A. Estratégias ambientais para indústria de cerâmica vermelha do estado do Rio Grande do Sul. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 19-32, jul./set. 2003.

INSTITUT WALLON DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE ET SOCIAL ET D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ASBL. IDD – Institut Wallon - VITO **Greenhouse gas emissions reduction and material flows** – 2001. Disponível em: <http://www.bclspo.be/belspo/home/publ/pub_ostc?cg2131/trapp_cg31_en.pdt>. Acesso em: 02 mar. 2007

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate Change 2007: Synthesis Report. In: TEAM, C. W.; PACHAURI, R. K.; REISINGER, A. (eds.). **Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva, Switzerland, 2007. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/ipccreports/assessments-reports.htm>>. Acesso em: 12 abr. 2007

ISAIA, G.; GASTELDINI, A. Concreto “verde” com teores muito elevados de adição minerais: um estudo de sustentabilidade. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1; ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, 2004. **Anais...** São Paulo, 2004.

JOHN, V. M.; **Construção sustentável e Reciclagem**. Trabalho apresentado no Seminário de Construção Sustentável da FGV. São Paulo, 21 de junho de 2005. Disponível em: <http://www.ces.fgv.br/arquivos/Moacyr_John.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2007.

LAERA, L. H. N. **Valoração Econômica da Arborização**: a valoração dos serviços ambientais para a eficiência e manutenção do recurso ambiental urbano. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade Federal Fluminense, 2006.

NOWAK, D. J ; CRANE, D.E. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. **Environmental Pollution**, Massachusetts, v. 116, p. 381-389, 2002.

RIO DE JANEIRO LEI Nº 613, de 11 de setembro de 1984. Dispõe sobre a obrigatoriedade de plantio de mudas de árvores nas áreas de edificação e loteamento do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. **Diário Oficial do município do Rio de Janeiro**, RJ, 12/09/1984 a. Disponível em: <<http://mail.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/contlei.nsf/c8aa0900025feef6032564ec0060dfff/a45ae5bd3c0dff2e032576ac00738d72?OpenDocument>>. Acesso em: 12 abr. 2004

RIO DE JANEIRO. **Ata da 63ª Reunião Ordinária do Conselho Municipal de Meio Ambiente da Cidade do Rio de Janeiro – CONSEMAC**. Dez. 2009.

RIO DE JANEIRO. Decreto n. 31.414, de 30 de novembro de 2009. Estabelece metas de redução de emissões de gases do efeito estufa na cidade do Rio de Janeiro para os anos 2012, 2016 e 2020 e encaminha Projeto de Lei instituindo a Política sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável. **Diário Oficial do município do Rio de Janeiro**, 01/12/2009c. Disponível em:

<http://doweb.rio.rj.gov.br/sdcgbin/om_isapi.dll?&softpage=_infomain&infobase=01122009.nfo> . Acesso em: 01 dez. 2009.

RIO DE JANEIRO. Decreto n.º 27.595, de 14 de fevereiro de 2007. Torna público o Protocolo de Intenções do Rio conforme menciona. **Diário Oficial do município do Rio de Janeiro**, 15/02/2007a. Disponível em: <<http://www.anacris.arg.br/joomla/legislacao/decretos-do-municipio-do-rio-de-janeiro/552-decreto-no-27595-de-14-de-fevereiro-de-2007.pdf>> Acesso em 16 fev. 2007.

RIO DE JANEIRO. Decreto n.º 27.596, de 15 de fevereiro de 2007. Dispõe sobre obras na forma que menciona. **Diário Oficial do município do Rio de Janeiro**, 15/02/2007b. Disponível em: <<http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/D27596M.PDF>> . Acesso em 17 fev. 2007.

RIO DE JANEIRO. Decreto n.º 27.740, de 23 de Março de 2007. Institui o ano da arborização na forma que menciona e dá outras providências. **Diário Oficial do município do Rio de Janeiro**, 24/03/2007c. Disponível em:<<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/899693/decreto-27740-07-rio-de-janeiro-0>>. Acesso em 27 mar. 2007.

RIO DE JANEIRO. Decreto n.º 27.758, de 26 de Março de 2007. Altera o artigo 3º do Decreto N.º 4.874, DE 1984 e dá outras providências. **Diário Oficial do município do Rio de Janeiro**, 27/03/2007d. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/299335/decreto-27758-07-rio-de-janeiro-rj>>. Acesso em 28 mar. 2007.

RIO DE JANEIRO. Decreto n.º 4874, de 12 de dezembro de 1984. Regulamenta a Lei n. 613, de 11/9/84, que dispõe sobre a obrigatoriedade de plantio de mudas de árvores nas áreas de edificação e loteamento do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências. **Diário Oficial do município do Rio de Janeiro**, RJ, 13/12/1984 b. Disponível em: <<http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/D4874M.PDF>>. Acesso em: 12 mai. 2004

RIO DE JANEIRO. Decreto n.º.31.180, de 30 de setembro de 2009. Dispõe sobre a compensação das emissões de gases do efeito estufa durante a construção das edificações licenciadas pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. **Diário Oficial do município do Rio de Janeiro**, 01/10/2009a. Disponível em: <http://doweb.rio.rj.gov.br/sdcgbin/om_isapi.dll?&softpage=_infomain&infobase=01102009.nfo> .Acesso em: 01 out. 2009.

RIO DE JANEIRO. Lei nº 105, de 13 de junho de 1979. Institui o Programa de Proteção do Meio Ambiente – PROMAM e dispõe sobre providências correlatas. **Diário Oficial do município do Rio de Janeiro**, RJ, 14/06/1979, Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/286183/lei-105-79-rio-de-janeiro-rj>>. Acesso em: 12 abr. 2004.

RIO DE JANEIRO. Resolução Conjunta SMAC/SMU nº 14, de 30 de outubro de 2009. Regulamenta o Decreto nº.31.180, de 30 de setembro de 2009, que dispõe sobre a compensação das emissões de gases do efeito estufa durante a construção das edificações licenciadas pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro. **Diário Oficial do município do Rio de Janeiro**, 01/11/2009b. Disponível em: <<http://www2.rio.rj.gov.br/smu/buscafacil/Arquivos/PDF/RC14M.PDF>>. Acesso em: 02 nov. 2009.

SOARES, J. B. **Potencial da conservação de energia e de mitigação das emissões de gases do efeito estufa para a indústria brasileira de cimento Portland até 2005**. Tese (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/Jeferson.pdf>>. Acesso em: 17 mar. 2007.

STACHERA JÚNIOR, T. **Avaliação de Emissões de CO₂ na Construção Civil: um estudo de caso da habitação de interesse social no Paraná**. 2006. 176 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) - Universidade Federal Tecnológica do Paraná - UFTPR, Curitiba, 2006.

TOLEDO FILHO, R. D.; REGO, E. M. **Pesquisa sobre cimento promete reduzir emissão de poluentes**. CNPq Sala de Imprensa. Disponível em: <http://www.cnpq.br/sala_de_imprensa/noticias/050902.htm>. Acesso em: 30 mar. 2007.

Artigo:

Recebido em: 11/09/2010

Aceito em: 01/03/2012