

ANÁLISE DO RISCO DE DANOS AO CLIMA/AR NO ENTORNO DO CÓRREGO MINGAU, BAIRRO PARQUE AMAZÔNIA, EM GOIÂNIA-GO

Simone Gonçalves Sales Assunção^{1,2}

Heloina Terezinha Faleiro¹

Regis de Castro Ferreira²

Alisson Neves Harmacyans Moreira¹

RESUMO

O presente trabalho visou a avaliar o risco que a ocupação antrópica representa em relação ao clima/ar na cidade de Goiânia, Goiás, a partir de um estudo de caso realizado no bairro Parque Amazônia, em uma área que abrange o córrego Mingau e seu entorno. Com base nos riscos ecológicos identificados nessa área, utilizou-se o método Análise do Risco Ecológico (Faria, 1996), que possibilita ao planejador avaliar as inter-relações entre os usos existentes/planejados e os fatores naturais que caracterizam um determinado espaço. A avaliação de risco ao clima/ar aplicada no entorno do córrego Mingau veio comprovar as alterações da qualidade dos fatores ambientais provocadas pela urbanização, bem como quantificar a sua deterioração diretamente relacionada aos prejuízos à qualidade de vida da população urbana. Este estudo evidenciou a utilidade da execução e a implementação de planos diretores que efetivamente levem em consideração as características naturais do meio ambiente (resistência e resiliência), obedecendo a parâmetros de planejamento urbano baseados em fatores de sustentabilidade ambiental, econômicos e sociais. Para isso, propôs-se que as propriedades ribeirinhas sejam maiores em termos de área, diminuindo a retirada da vegetação natural, a alteração das vazões de água disponíveis e a ocupação e impermeabilização do solo em APP's. É necessário que haja a conscientização da população dos reais benefícios da preservação e da utilização dos fatores ambientais.

Palavras-chave: análise do Risco Ecológico, clima/ar, córrego Mingau

ABSTRACT

Analysis of the risk of injury to climate/air around the Mingau stream, in Parque Amazonia neighborhood in Goiania-GO. This article focused on the

¹ Depto. de Engenharia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-Goiás). E-mail para correspondência: sisales@agro.ufg.br

² Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás (UFG)

³ Universidade Federal de Goiás (UFG)

analysis of the risks the human occupation might cause to the climate/air in Goiânia, Goiás. The studies were conducted around the area drained by Mingau stream in Parque Amazônia neighborhood. Based on the ecological risks identified in the area, the Analysis of the Ecological Risk (Faria, 1996) was used to enable the planner to evaluate the interrelation between the existing/planned usage and the natural factors that characterize a specific space. The assessment of the risks to the climate/air that were applied in the vicinity of the Mingau stream demonstrated changes in the quality of environmental factors caused by urbanization, as well as quantified their harm directly related to damages in the life quality of the urban population. This study evidenced the usefulness of the execution and implementation of master plans that effectively take into account the natural characteristics of the environment (resistance and resilience), following parameters of urban planning based on factors of environmental sustainability, economic and social. In order to serve its purpose, it was proposed larger properties along the rivers to reduce the removal of natural vegetation, the change of the flow of the water available, the occupation and the soil sealing in APP's. What is needed is public awareness of the real benefits of preservation and use of the environmental factors.

Key words: analysis of the Ecological Risk, climate/air, Mingau stream.

INTRODUÇÃO

Goiânia, capital do Estado de Goiás, é uma das cidades mais modernas do país. Possui população de 1.093.007 habitantes, sendo 1.085.806 residentes urbanos e 7.201 rurais (IBGE, 2000). Localiza-se no Planalto Central do país, no limite entre a Zona do Cerrado e a Floresta Tropical, à margem do rio Meia Ponte, afluente da margem direita do Paranaíba, a 764 m de altitude.

O Plano Urbanístico inicial de Goiânia, concebido por Atilio Correia Lima, em 1938, não destinou áreas para assentamento dos operários, que trabalhariam na construção da nova capital. Assim, os acampamentos dos operários foram fixados às margens do córrego Botafogo, em caráter provisório, acabaram tornando-se permanentes. Pode-se afirmar que surgiram daí os primeiros problemas de uso e ocupação do solo em Goiânia, iniciando o processo das invasões, geralmente localizadas ao longo de cursos d'água e fundos de vale, representando um dos maiores problemas para as atuais administrações municipais.

O 1º Código de Edificações de Goiânia foi aprovado em 1947, abarcando toda a legislação urbana, ou seja, a Lei de Uso e Ocupação do Solo, a Lei de Zoneamento e a Lei de Loteamentos (Goiânia, 1994). Foi considerado bastante rígido no tocante

às normas de parcelamento urbano; entretanto, os governantes municipais, diante dos problemas relacionados à carência de habitações e à dominância dos aspectos especulativos, por vezes, deixaram de cumprir o que o mesmo estabelecia.

Em 1980, foi regulamentada uma nova Lei de Zoneamento, que introduziu medidas de proteção do meio ambiente, em termos de preservação das drenagens, das matas de galerias e dos fundos de vales. Contudo, muitos fundos de vales já haviam sido loteados. Em 1992, foi instituída a Lei Complementar, que definiu as Diretrizes de Desenvolvimento para o Município e a Política Urbana. Através dessa lei, foi aprovado o Plano Diretor, que instituiu os Sistemas de Planejamento Territorial Urbano e de Informações do Município (Goiânia, 2002).

Os dois últimos Planos Diretores de Goiânia, 1992 e 2007, tiveram como objetivo principal orientar as leis de zoneamento, de uso do solo, e principalmente o último adaptou-se às prerrogativas estabelecidas pelo Estatuto da Cidade, a política urbana e suas diretrizes gerais, instrumentos e gestão, além do cumprimento das funções sociais da cidade e da propriedade (Brasil, 2001). Entretanto, apesar da vigência formal dos instrumentos de controle e de planejamento urbano aprovados por lei, a urbanização acelerada, a especulação imobiliária e as grandes diferenças sociais provocam a sua desobediência sistemática e continuam a provocar a ocupação de áreas não previstas para tal fim. É o caso do que ocorreu no entorno do córrego Mingau, localizado no bairro Parque Amazônia, região sul de Goiânia.

O plano inicial do loteamento do Parque Amazônia apresentava, às margens do córrego Mingau, chácaras com área variando entre 2.500 e 7.000 metros quadrados. Na época, estava em vigência o Código Florestal de 1934, que denominava florestas protetoras o que o Código de 1965 (Lei nº 4.771/65) e todas as suas atualizações (Brasil, 1995) passaram a classificar como florestas de preservação permanente, ou seja, a legislação já previa a preservação permanente de florestas e demais formas de vegetação natural situadas nas nascentes e ao longo de cursos d'água.

Atualmente, o uso antrópico inadequado do solo vem colocando em risco a qualidade de vida da população e provocando alterações na qualidade do ambiente no município de Goiânia. Dessa forma, este artigo teve como objetivo, a partir de um estudo de caso no entorno do córrego Mingau, avaliar o risco que a ocupação antrópica representa em relação ao clima/ar; objetiva ainda utilizar a Análise de Risco como instrumento do planejamento urbano, sugerir medidas de prevenção e mitigação passíveis de futuras intervenções que venham melhorar a qualidade de vida da população local.

MATERIAL E MÉTODOS

Este artigo adotou o método de Análise do Risco Ecológico (Faria, 1996), que possibilita ao planejador avaliar as inter-relações entre os usos existentes/planejados e os fatores naturais que caracterizam um determinado espaço, a partir da análise das relações de troca (matéria e energia) entre dois sistemas: o sistema das atividades antrópicas, como causador de efeitos negativos nos fatores naturais; e o sistema dos fatores naturais, como receptor e difusor desses efeitos negativos. Com base nesse método, a análise de risco de danos relacionada ao clima/ar no entorno do córrego Mingau seguiu os seguintes passos metodológicos:

- 1. Caracterização da área de conflito clima/ar:** esta caracterização é realizada analisando o complexo de causa/efeito, que, neste caso, foi relacionado ao clima e a seus efeitos em relação ao conforto ambiental dos seres humanos de maneira geral.
- 2. Levantamento e análise das informações de *input*:** obtenção de informações sobre os condicionantes legais do uso e ocupação da área e sobre a estrutura atual do espaço tomado como estudo de caso (córrego Mingau e entorno).
- 3. Análise dos indicadores de sensibilidade do clima/ar a danos:** foram analisados os elementos e os fatores climáticos. Após sua obtenção, procedeu-se a organização dos dados e os mesmos foram tabulados e analisados.
- 4. Análise dos indicadores de intensidade dos danos potenciais ao clima/ar:** foram obtidos os dados referentes à ocupação antrópica no entorno do córrego Mingau, por meio de pesquisa de campo, evidenciados e mapeados para confronto com a legislação pertinente ao uso do solo em vigor.
- 5. Avaliação do risco de danos ao clima/ar:** esta avaliação é realizada através da combinação da sensibilidade a danos com a intensidade dos danos potenciais por usos antrópicos, utilizando-se de uma matriz que aloca os indicadores de sensibilidade na horizontal e os indicadores de intensidade na vertical. Procedeu-se o cruzamento de intensidade com sensibilidade por meio da álgebra booleana, combinações lógicas dos indicadores do tipo “e/ou” (Faria, 1996), e obtém-se o risco de danos ao clima/ar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização da Área de Conflito Clima/Ar

Goiânia localiza-se geograficamente na latitude 16°41' sul e na longitude 49°17' oeste, entre a zona tropical e a subtropical (Köppen *apud* Fernandes, 2006). Para Fernandes (2002), o clima de Goiânia apresenta características bastante pecu-

liares composto por duas estações determinantes, uma chuvosa, de outubro a abril, e uma seca, de maio a setembro, em que as maiores temperaturas do ano ocorrem na primavera.

O clima descreve a sucessão dos estados de tempo de uma determinada região, isto é, um conjunto de fenômenos meteorológicos, que caracteriza o estado médio da sua atmosfera. Os dados climáticos de uma localidade devem ser analisados segundo as características anuais de seus elementos constituintes, ou seja, temperatura, umidade relativa, radiação solar e efeitos do vento. Além disso, devem-se levar em conta os efeitos modificados das condições microclimáticas (Olgay, 2002). Os dados climáticos só têm representatividade quando são médias estatísticas de medidas sistemáticas tomadas ao longo de, pelo menos, três décadas (Fernandes, 2007). Romero (2000), apesar de conceber que elementos e fatores climáticos atuam em conjunto, adota a diferenciação e a subdivisão entre os mesmos para a configuração do clima. Para a autora, fatores climáticos globais são aqueles que condicionam, determinam e dão origem ao clima nos seus aspectos macro: radiação solar, latitude, longitude, altitude, direção dos ventos, massas de água e terra.

No Estado de Goiás, o período mais úmido é o mês de dezembro, caracterizando-se com índices entre 80 a 82% de umidade relativa do ar em cerca de 50% da área do Estado. Por outro lado, o mês mais seco é agosto, que apresenta valores em torno de 48 a 52% em quase toda área do Estado de Goiás (Silva *et al.*, 2006).

Tratando-se da predominância dos ventos, observa-se o reflexo da dicotomia entre as estações chuvosa e seca: durante o período chuvoso, a primeira predominância dos ventos é norte mudando para leste durante o período seco. No período seco, entre os meses de maio a setembro, a segunda predominância dos ventos é sul, durante três meses (maio, junho e setembro). Relaciona-se esse fenômeno ao avanço de frentes frias que, às vezes, conseguem chegar até tal latitude no meio do ano, quando se percebem madrugadas frias. As velocidades médias dos ventos são consideradas fracas: situam-se entre 2,5 e 3,5 m/s (Fernandes, 2002).

Segundo dados obtidos das precipitações nos anos 1975 a 2009, da Estação Evaporimétrica de Goiânia, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (UFG, 2010), as médias de chuva de novembro a março são de 225,32 mm, sendo equivalentes aos dados consultados em Fernandes (2002), que menciona a média de 200 mm para os mesmos meses. Verifica-se que o ano de 2007 foi o de menor volume de precipitação acumulada (1044,2 mm) e em 1982, o de maior (2078 mm). A figura 1 ilustra o comportamento da precipitação média entre os anos de 1975 a 2009. A curva de tendência expressa na figura 1 demonstra que, de 1975 a 2009, vem ocorrendo um leve decréscimo na média de precipitação.

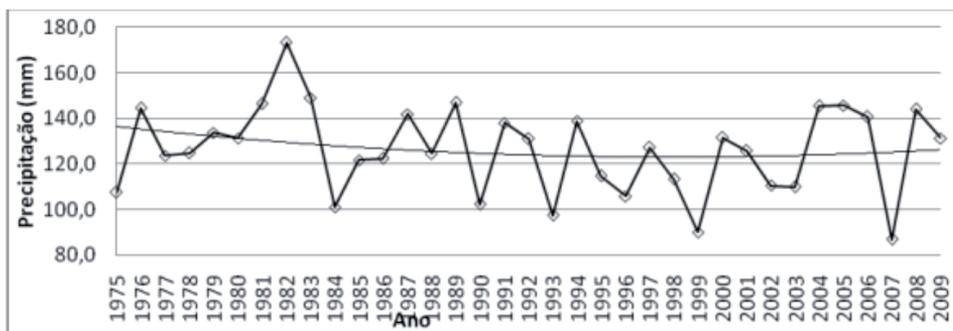


Figura 1. Médias anuais da precipitação de 1975 a 2009 (fonte: UFG, 2010).

Segundo Fernandes (2002), a umidade relativa em Goiânia cai lentamente, enquanto as chuvas diminuem rapidamente. Ao passar do período seco para o chuvoso, a umidade relativa aumenta no mesmo ritmo do aumento das chuvas.

O clima de Goiânia apresenta ainda duas características significativas: a continentalidade, pois está muito afastada do litoral atlântico; e a grande regularidade do processo cíclico dos deslocamentos das massas de ar; além disso, apresenta um regime de ventos com predominâncias de direção bastante evidentes.

O mês em que foi registrada a menor média de temperatura foi o de junho ($19,0^{\circ}\text{C}$) e o de maior média foi o de outubro ($24,1^{\circ}\text{C}$). Assim, a temperatura média obtida entre os anos de 1975 a 2009 oscila $5,1^{\circ}\text{C}$ entre junho e outubro. Para os mesmos meses, observou-se que a menor diferença ocorreu no ano de 1983 (3°C) e a maior diferença no ano de 1997 (9°C). A variação média entre junho e outubro foi de $5,1^{\circ}\text{C}$. Esses resultados também equivalem aos resultados obtidos por Fernandes (2002), que menciona ser a oscilação da temperatura média entre julho e outubro de $4,8^{\circ}\text{C}$, com $18,8^{\circ}\text{C}$ em julho a $23,6^{\circ}\text{C}$ em outubro.

Conforme a linha de tendência, que aparece na figura 2, observa-se que as temperaturas médias subiram de 1975 a 2009.

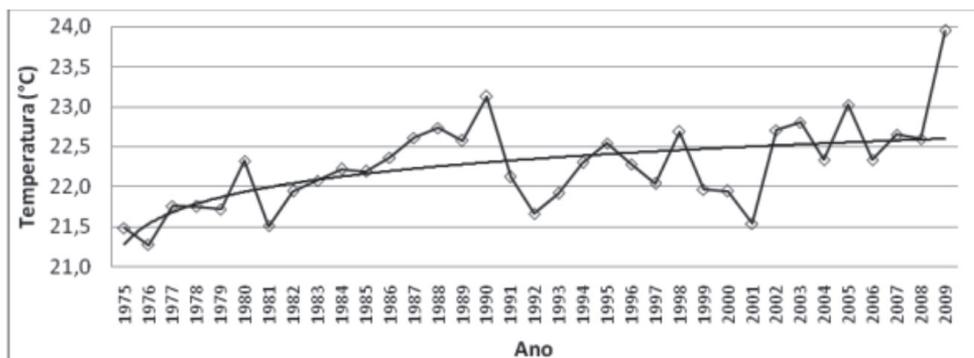


Figura 2. Médias anuais da temperatura de 1975 e 2009 (fonte: UFG, 2010).

Insolação é definida como sendo o número de horas durante o dia, nas quais os raios solares atingem diretamente a superfície da terra, em um dado local. Devido à existência de um alto nível de nebulosidade, no período chuvoso, a insolação apresenta-se com valores mais baixos. Entretanto, no período seco, quando a nebulosidade é quase nula, a insolação mostra-se com índices bem elevados.

Conforme os dados referentes à insolação da Estação Evaporimétrica de Goiânia, localizada na Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos (UFG, 2010), as médias de insolação obtidas no período de 1988 a 2009 no mês de dezembro foram as mais baixas (144,5 h/mês), enquanto no mês de agosto, foram as mais altas (259,8 h/mês). Assim, a variação da insolação obtida foi de 115,3 h/mês.

Fernandes (2002) constatou que em Goiânia, durante o período chuvoso, embora os dias fossem maiores, a insolação foi menor devido à alta nebulosidade (em dezembro, 161 h/mês). Já no período seco, a insolação é bem maior devido à baixa nebulosidade (agosto 299 h/mês), obtendo variação entre os meses de dezembro e agosto de 138 h/mês. Ainda conforme o mesmo autor, a insolação efetiva na época seca chega a ser de mais de 90%.

De acordo com os dados da Estação Evaporimétrica (UFG, 2010), foi verificado que a insolação total, entre os anos de 1988 a 2009, foi de 2.392,65 horas, sendo o ano de 1992 o que apresentou a menor insolação total (2098,9 h), enquanto o de 1999 apresentou a maior insolação total (2600,2 h), conforme a figura 3.

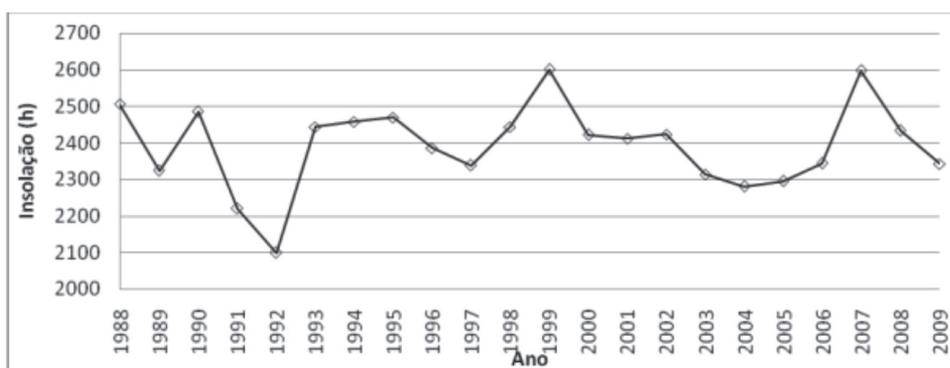


Figura 3. Insolação total em Goiânia de 1994 a 2009 (fonte: UFG, 2010).

Levantamento e Análise das Informações de *Input*

O índice de permeabilidade do solo do local foi drasticamente reduzido devido à intensificação da construção de edificações dos mais diversos usos no entorno imediato ao córrego e após as ruas que margeiam o mesmo. Vale ressaltar que o modelo espacial gerado no último Plano Diretor de Goiânia (Goiânia, 2007) considera o entorno próximo à nascente principal do córrego Mingau e áreas situadas na divisa com o

município de Aparecida de Goiânia como áreas adensáveis, não havendo nenhuma restrição de ocupação no entorno do córrego. No entanto, tal ocupação acarretará a maior impermeabilização do solo, gerando a necessidade de maiores equipamentos urbanos e infraestruturas que, fatalmente, ocasionarão riscos ambientais.

Em relação aos parâmetros ambientais, a Seção VI, do Art. 106, § 1º do Plano Diretor (Goiânia, 2007), reconhece que as Áreas de Preservação Permanente - APP's - são bens de interesse nacional e espaços territoriais especialmente protegidos, cobertos ou não por vegetação, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, a fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. São consideradas APP's as faixas bilaterais contíguas aos cursos d'água temporários e permanentes, com largura mínima de 50 m (cinquenta metros), a partir das margens ou da cota de inundação para todos os córregos; as áreas circundantes das nascentes permanentes e temporárias, de córrego, ribeirão e rio, com um raio de, no mínimo, 100 m (cem metros), no intuito de proteger a faixa de afloramento do lençol freático. Assim, o local em estudo é considerado APP e, conforme a Lei, deve ser preservado. A figura 4 mostra a área do local de estudo e as projeções dos 50 m ao longo do córrego e 100 m de raio da nascente principal, conforme refere a lei. Observando a ocupação antrópica atual expressa na Figura 5 e comparando as duas figuras, percebe-se que a APP do córrego vem sendo ocupada com edificações e que os 50 m ao longo do córrego e os 100 m de raio da nascente principal atingem as vias pavimentadas e até duas quadras adjacentes.



Figura 4. Córrego Mingau: Área de Preservação Permanente (fonte: adaptado de Mapa Urbano Digital de Goiânia).

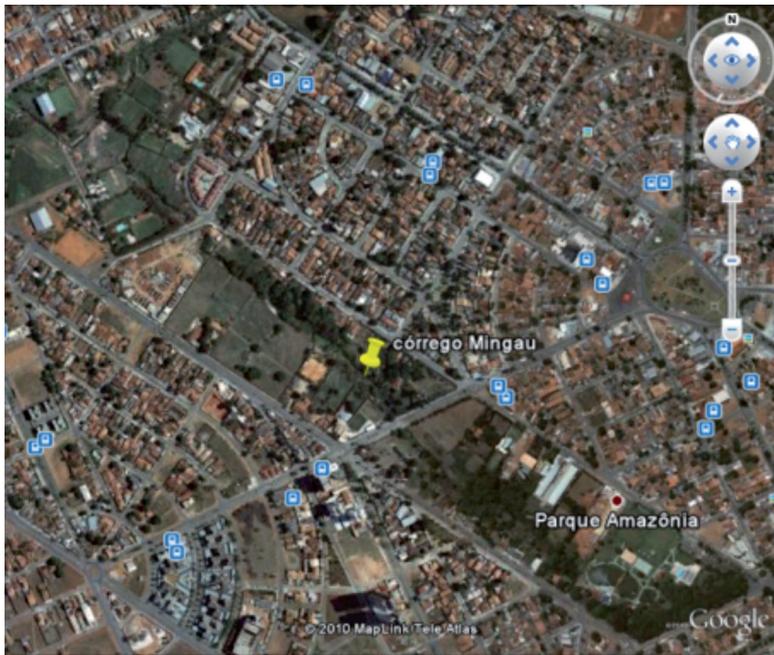


Figura 5. Ocupação antrópica da APP do córrego Mingau
(fonte: Google Earth, 2011).

A figura 6, onde consta a Rede Hídrica Estrutural e as Áreas Verdes (Goiânia, 2007), apresenta um recorte do município de Goiânia, considerando o córrego Mingau Unidade de Proteção Integral ao Longo da Rede Hídrica (ver legenda) e demonstrando que o mesmo está inserido no projeto do Parque Linear Macambira-Anicuns. Curiosamente, a principal nascente do córrego, localizada no Clube SindiGoiânia, pertencente à Prefeitura Municipal, encontra-se fora da linha prevista para a implantação do parque Macambira-Anicuns.

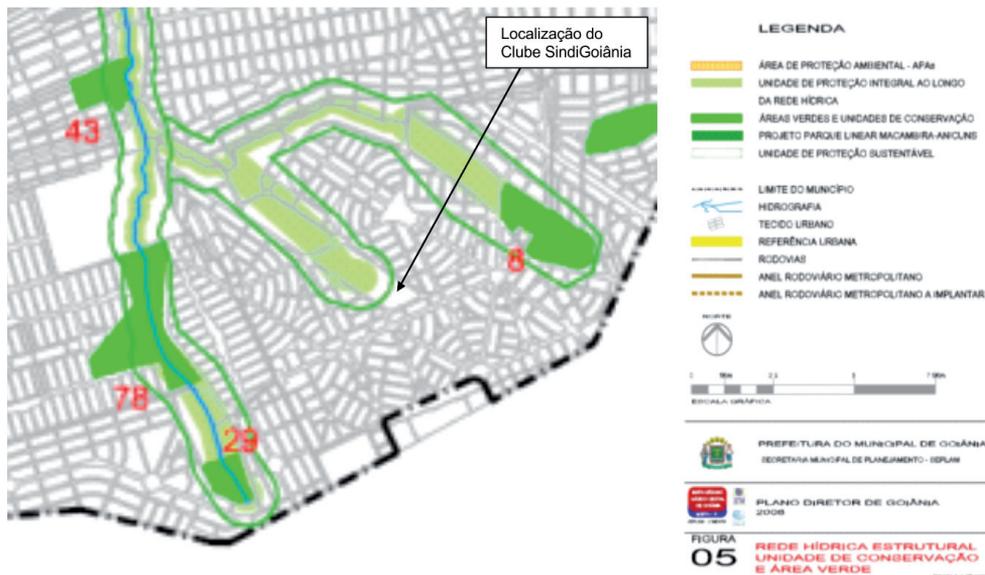


Figura 6. Recorte visualizando o córrego Mingau (fonte: GOIÂNIA, 2007).

Análise dos Indicadores de Sensibilidade do Clima/Ar a Danos

Fatores climáticos locais são topografia, vegetação e tipo de recobrimento do solo. São esses fatores que determinam o microclima local. Assim, ao verificar a topografia de determinado local, há que se considerar, além da presença/ausência de água, o relevo, pois perfis topográficos acidentados alteram a força, a direção e a quantidade de umidade dos ventos, e, ainda de acordo com a orientação solar e a declividade, os aportes de radiação são aumentados (Romero, 2000).

Tratando-se de vegetação na análise dos fatores climáticos locais, há que se considerar a sua grande contribuição na formação de microclimas. O processo de fotossíntese auxilia na umidificação do ar através da liberação do vapor d'água, auxilia na diminuição da temperatura do ar, absorve energia, favorece a manutenção do ciclo oxigênio-gás carbônico essencial à renovação do ar, estabiliza os efeitos do clima sobre seus arredores imediatos, reduzindo os fatores extremos ambientais. A presença de vegetação reduz a radiação solar direta no solo, diminuindo o calor e a velocidade dos ventos. Ao contrário, a ausência de vegetação provoca a lavagem do solo e o carreamento dos seus nutrientes.

Na análise da superfície do solo, há que se verificar inicialmente se o mesmo é natural ou construído. Se natural, conforme Romero (2000), deverá ser verificada a presença de lodo, turfa, argila, areia, cascalho e rocha.

Segundo Detwyler (1971), as alterações climáticas provocadas pela urbanização são: (a) mudança da superfície física da terra, dada a intensificação de construções e pavimentação, fazendo com que a superfície fique impermeável, aumentando sua capacidade térmica e rugosidade; este fenômeno ocorre concomitantemente à alteração do movimento do ar; (b) aumento da capacidade de armazenamento de calor com a diminuição do albedo; (c) emissão de contaminantes, que aumentam as precipitações e alteram a transparência da atmosfera.

Segundo Marcus e Detwyler (1972), as mudanças causadas no clima pela urbanização são: diminuição da radiação solar, da velocidade do vento, da umidade relativa; aumento da temperatura, da poluição, da precipitação e de névoa.

De acordo com a metodologia adotada, para uma análise integrada da sensibilidade do clima/ar a danos, é necessário considerar os seguintes dados: fatores climáticos (relevo, cobertura vegetal, presença ou ausência de corpos d'água e recobrimento do solo) e elementos climáticos (temperatura e umidade do ar, velocidade e direção dos ventos, radiação e regime de chuvas).

As características físicas do local ou o fator climático relevo podem interferir nas condições de conforto térmico e na diluição de poluentes, de acordo com a ventilação característica no local. Nos fundos de vale, que é o caso do local em estudo, há a presença de ventos mais fracos, impedidos pela topografia de atingir as partes mais baixas. Neles, ocorre ainda, de maneira mais frequente, a inversão térmica, o que dificulta a dispersão dos poluentes e modifica os níveis de conforto térmico. A presença dos ventos no local de estudo vem sendo diminuída com a construção de edificações, a maioria de dois pavimentos e atualmente de um edifício residencial.

A metodologia adotada neste trabalho considerou a sensibilidade ao clima/ar, além do fator climático relevo, a vegetação e a água, analisando sua presença ou ausência. Assim, o fator climático água pode amenizar o desconforto gerado pela baixa umidade do ar, proporcionando uma maior evaporação da água e, conseqüentemente, ambientes mais úmidos. Quando se alia ainda o fator vegetação, a umidade do ar eleva-se ainda mais, promovendo mais conforto. A associação desses dois fatores – água e vegetação – proporciona ainda a redução das temperaturas, elemento climático que deve ser tratado com muita cautela, em Goiânia, em busca do conforto térmico devido às altas temperaturas alcançadas, principalmente nos meses de dezembro (28,2° C) e setembro (32,0° C).

Apesar de o local de estudo ter sofrido muitas interferências antrópicas, a vegetação ainda é presente, embora se encontre bastante degradada em relação ao seu aspecto original e ao fator água. Assim, o conforto térmico no local de estudo fica em alerta devido ao risco em que se encontram os fatores água e vegetação.

Os indicadores discriminados anteriormente foram hierarquizados em dois níveis, em função do potencial de danos ao clima/ar e da disponibilidade de tecnologia para controlar ou mitigar esses danos, conforme sintetizado no quadro 1.

Quadro 1. Hierarquização dos indicadores de sensibilidade aos danos potenciais ao clima/ar no entorno do córrego Mingau.

Nível hierárquico	Indicadores de sensibilidade	Caracterização dos danos potenciais	Medidas mitigadoras
I	Relevo/ ventos	Quanto maiores forem as barreiras de circulação dos ventos, maior será a dificuldade de ventilação e dispersão dos poluentes aéreos, promovendo a degradação da qualidade do ar e, conseqüentemente, do conforto térmico. A área em estudo encontra-se em fundo de vale, apresentando barreiras eólicas em seu entorno.	- Controle dos poluentes nas fontes. - Os problemas advindos da falta de ventilação não têm reversão, mas pode-se prever no planejamento urbano que não se construa edificações de alto porte de forma a impedir mais ainda a circulação dos ventos.
II	Vegetação/ água/ temperatura/ evaporação/ insolação/ precipitação	A quase ausência de água e vegetação promove a alteração da temperatura, a evaporação, a precipitação e a incidência de insolação no local em estudo. Contribui ainda para a produção de poeiras que, por sua vez, altera a dissipação de energia pela vegetação.	- Criação de áreas verdes (parques e jardins). - Revegetação e recuperação das matas ciliares. - Preservação e recuperação das nascentes.

Análise dos Indicadores de Intensidade dos Danos Potenciais ao Clima/Ar

Esta análise verifica as ações e as interferências antrópicas no espaço em estudo. O estudo do tipo de material presente no solo nos proporciona avaliar a sua difusão de calor e a sua condutibilidade.

Em relação ao solo construído e alterado pelo homem, ressaltam-se os processos de urbanização, que alteram o microclima local: a retirada da vegetação natural aumenta a quantidade de radiação solar recebida pelas superfícies construídas e a sua capacidade de armazenar calor. Além disso, a substituição da vegetação e das

paisagens naturais por concreto torna o solo impermeável, alterando os processos de recarga hídrica do lençol freático.

Para efeito da avaliação da intensidade dos danos potenciais ao clima/ar, de acordo com a metodologia adotada, foram mapeados os usos antrópicos existentes no local:

- a) habitações: a ocupação do solo é constituída basicamente por habitações residenciais, ocupando inclusive a faixa de preservação destinada às APP's. Essa situação constitui um dos grandes problemas da área, pois existem chácaras, que são cortadas ao meio pelo córrego, de forma que o recuo exigido para as faixas de preservação já ocupa a totalidade destas. Ao longo do canal do córrego, ocorre o lançamento indiscriminado de efluentes domésticos. A falta de conscientização quanto a aspectos sanitários e o baixo poder aquisitivo da população fazem com que sistemas de esgotamento sanitário (fossa séptica e sumidouro) não existam e/ou sejam construídos de forma incorreta. Observou-se também a construção recente de condomínios horizontais, residências geminadas e um edifício residencial com seis pavimentos no entorno próximo ao córrego.
- b) agricultura: existem dois tipos de culturas na área de estudo - permanente e temporária - cuja implantação levou ao desmatamento das margens do córrego, sem a devida observância dos preceitos legais. Como culturas permanentes, encontram-se árvores frutíferas e árvores de ornamentação, cujo cultivo deixa o solo parcialmente exposto nos entremeios, mas com baixa probabilidade de erosão. Como culturas temporárias, encontram-se a horticultura e a floricultura.
- c) vias asfaltadas: as vias de circulação trazem consigo, além da compactação do solo e da modificação da cobertura vegetal, a alteração do microclima local, pela alteração da temperatura. Promovem também a poluição do ar gerada pelo trânsito de veículos, cujos componentes acabam por depositar-se nas plantas e no solo e são, em parte, drenados para os cursos d'água.
- d) lazer: existem dois estabelecimentos de lazer na área de estudo. O Clube do SindiGoiânia é onde se localizam as nascentes principais do córrego Mingau, que foram vedadas e canalizadas para uso privativo das piscinas de tal estabelecimento, o que não é permitido pela legislação. Também foi retirada grande parte da vegetação original do cerrado localizada no entorno da nascente principal do referido córrego. A Chácara Fenícia está localizada a jusante do córrego Mingau, que capta água do mesmo para irrigação dos campos poliesportivos cobertos com grama.

- e) Os indicadores discriminados anteriormente foram hierarquizados em três níveis, em função do potencial de danos ao clima/ar e da disponibilidade de tecnologia para controlar ou mitigar esses danos, conforme sintetizado no quadro 2.

Quadro 2. Hierarquização dos indicadores de intensidade de danos potenciais ao clima/ar no entorno do córrego Mingau.

Nível Hierárquico	Indicadores de intensidade	Caracterização dos danos potenciais	Medidas mitigadoras
I	Vias asfaltadas	Os veículos liberam poluentes aéreos constituídos de gases e partículas; as vias contribuem para o aumento da absorção e acumulação da radiação solar com o consequente aumento da temperatura do ar, levando à deterioração das condições de conforto térmico no entorno do córrego.	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar os poluentes nas fontes, com a exigência e a fiscalização da utilização de filtros no processo de exaustão dos veículos. - Sombrear as vias, com a revegetação no entorno das mesmas.
II	Habitação/ Lazer	A intensificação da urbanização ocasiona a liberação de poluentes aéreos e uma maior dificuldade na sua dispersão, dada a concentração de edificações, a pavimentação das vias de circulação de pessoas e de veículos e a compactação do solo, criando ilhas de calor e deteriorando as condições de conforto térmico.	<ul style="list-style-type: none"> - Criar áreas verdes (parques e jardins). - Sombrear as vias, com a revegetação no entorno das mesmas. - Planejar morfologias urbanas que promovam uma melhor ventilação dos espaços, prevenindo as ilhas de calor.
III	Agricultura	Estas atividades podem contribuir para a contaminação atmosférica pela liberação de poeiras e fumaças provenientes do manejo da terra e de possíveis queimadas; contaminar o ar com as práticas de pulverização das culturas com agrotóxicos; contaminar o córrego com poluentes químicos e orgânicos retirados com a infiltração e a penetração proporcionada pela precipitação pluviométrica e pela irrigação.	<ul style="list-style-type: none"> - Controlar e orientar os agricultores sobre as práticas de pulverização. - Evitar as queimadas.

Avaliação do Risco de Danos ao Clima/Ar

A análise de risco é resultado da associação dos indicadores de intensidade de danos e de sensibilidade de danos por meio do uso da matriz de agregação (figura 7), de forma a determinar o risco de danos ao clima/ar na área de estudo. Dessa forma, na matriz de agregação, ao cruzar o nível III obtido em intensidade (Agricultura) com o II de sensibilidade (Vegetação/água/temperatura/evaporação/insolação/precipitação), obteve-se risco de danos III. Da mesma forma, ao agregarmos intensidade II (Habitação/lazer) com sensibilidade II (Vegetação/água/temperatura/evaporação/insolação/precipitação), obteve-se risco de danos II. Assim, ao associarmos intensidade I (vias asphaltadas com sensibilidade II, sensibilidade vegetação/água/temperatura/evaporação/insolação/precipitação), encontrou-se nível de risco de danos II. Da associação do nível I de intensidade (vias asphaltadas) com o nível I de sensibilidade (relevo/ventos), obteve-se nível I de risco de danos ao clima/ar no entorno do córrego Mingau.

Ressalta-se que, neste estudo de caso, como não se obteve nível III para sensibilidade a danos, o maior nível a ser considerado é o II. Como o máximo de risco ambiental encontrado foi o nível II, de acordo com a metodologia adotada (Faria, 1996), incorpora-se o nível III ao nível II de intensidade, agrupando Habitação/lazer e Agricultura.

A figura 7 mostra os níveis de risco ao clima/ar na área em estudo.

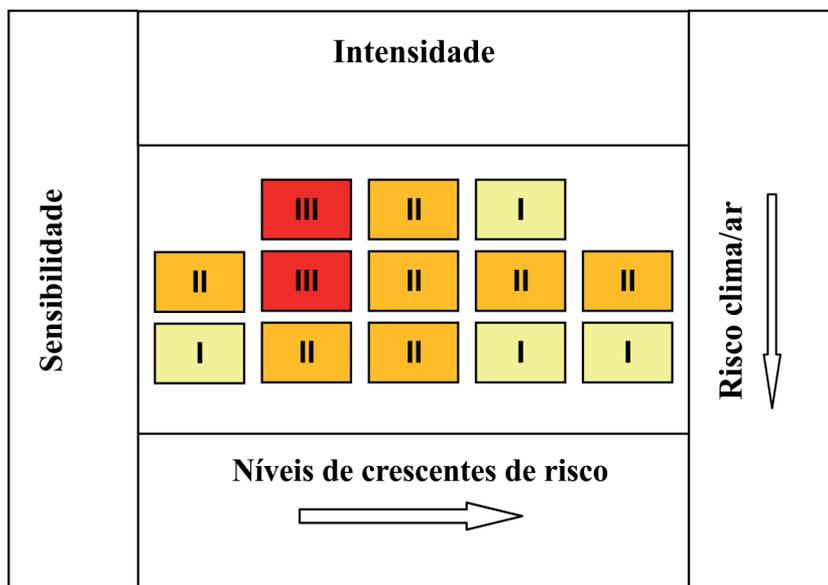


Figura 7. Matriz de agregação de risco ao clima/ar no entorno do córrego Mingau.

De acordo com os indicadores analisados para intensidade de danos e sensibilidade, obteve-se o nível de risco II e o nível de risco I ao clima/ar no córrego Mingau e entorno.

- Nível de risco II (mais alto obtido):

Corresponde às vias asfaltadas no entorno do córrego, tendo em vista tratar-se, em determinados locais de APP, onde não é admitida a ocupação e ainda, aliado à configuração topográfica do sítio, em um fundo de vale, promovendo, na parte mais alta, uma barreira contra os ventos. Além disso, tais vias podem impermeabilizar o solo e alterar os níveis de recepção e acumulação de radiação, alterar a temperatura, modificando o microclima local. A ausência de ventos também faz com que não haja a dispersão das partículas poluentes e de poeira suspensas no ar, prejudiciais à saúde humana.

- Nível de risco I (moderado, menor nível obtido):

Corresponde às áreas onde se encontram escassas as matas ciliares, havendo a redução das vazões de água, provocadas principalmente pela drenagem e canalização das nascentes principais do córrego no clube de lazer. A diminuição da quantidade de água e de vegetação acarreta uma menor evaporação. Além disso, pode ocorrer o aumento de radiação solar e a alteração da temperatura ambiente. Essa redução se deu em consequência da ocupação antrópica - habitações, clube de lazer, vias asfaltadas e agricultura. Assim, houve a retirada da mata ciliar original para dar lugar aos atuais usos.

CONCLUSÕES

A avaliação de risco ao clima/ar aplicada no entorno do córrego Mingau veio comprovar as alterações da qualidade dos fatores ambientais provocadas pela urbanização, bem como quantificar a sua deterioração diretamente relacionada aos prejuízos à qualidade de vida da população urbana. Este estudo confirma o que acontece com a grande maioria dos fundos de vale em espaços urbanos. Devido à falta de planejamento por parte do poder público e de controle efetivo através da fiscalização, ocorrem a alteração e a intensificação dos usos antrópicos no entorno de cursos d'água, além de especulação imobiliária e exclusão social, que, por sua vez, desencadeiam processos de invasões fundiárias urbanas. Inicialmente, a ocupação antrópica promove a retirada da vegetação natural para dar lugar às edificações ou aos usos inerentes às atividades humanas. Esses usos modificam a superfície física do solo, tornando-a impermeável e majorando sua capacidade de acumulação da radiação solar, aumentando as temperaturas e diminuindo a evaporação pela retirada

da vegetação local. Esses fatores, aliados à configuração física natural do terreno, alteram o movimento do ar, dificultando a dispersão dos gases contaminantes gerados pelas próprias atividades humanas, que, por sua vez, modificam o regime de chuvas e a transparência da atmosfera.

Este estudo de caso evidencia a grande utilidade da execução e a implementação de planos diretores que efetivamente levem em consideração as características naturais do meio ambiente: resistência e resiliência, obedecendo a parâmetros de planejamento urbano baseados em fatores de sustentabilidade ambiental, econômicos e sociais, efetivando a implementação do Estatuto da Cidade.

Dessa forma, sugere-se que os futuros planos diretores estabeleçam índices baixos de ocupação para os entornos de fundos de vales, proporcionando uma maior ventilação dos mesmos. Torna-se imperativo também que, ao promover a ocupação em áreas próximas a cursos d'água, haja um concreto planejamento prévio no intuito de realmente preservar as APP's, levando em consideração que os mananciais hídricos também sofrem processos naturais de alteração e que podem mudar o seu curso. Para isso, propõe-se que as propriedades ribeirinhas sejam maiores em termos de área, estabelecendo limites mínimos de frente e fundo de terreno. Tais recomendações evitariam a retirada da vegetação natural e a alteração das vazões de água disponíveis e até as evidências de ocupação e impermeabilização do solo em APP's por vias asfaltadas e edificações.

Sobretudo, para que haja um equilíbrio para o conforto microclimático em espaços urbanos, colocando em prática os mecanismos de planejamento acima descritos, é necessário que haja a conscientização da população dos reais benefícios da preservação e da utilização dos fatores ambientais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. 2001. Lei N. 10.257 de 10 de julho de 2001. **Estatuto da Cidade**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 20 out. 2009.

_____. 1998. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <<http://www.al.ma.gov.br/arquivos/CON1988.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2009.

_____. 1995. Lei N. 4.771 de 15 de setembro de 1965. **Código Florestal Federal**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm>. Acesso em: 15 out. 2009.

DETWYLER, T. R. 1971. **Mans impact on environment**. New York: McGraw Hill, 731 p.

- FARIA, S. C. 1996. **Análise do risco ecológico**. Brasília: UnB/CIORD, 13 p.
- FERNANDES, A. M. C. P. 2007. **Arquitetura e sombreamento**: parâmetros para a região climática de Goiânia. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 119p. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/labcon/mestrado/antonio_fernandes.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2011.
- _____. 2006. **Clima, homem e arquitetura**. Goiânia: Trilhas Urbanas, 100 p.
- _____. 2002. **Clima da região de Goiânia**. Disponível em: <<http://www.ucg.br/deparcursos/arq/ConfortoTermico/index.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2007.
- GOIÂNIA (município). 2007. **Plano Diretor de Goiânia**. Goiânia: Secretaria de Planejamento Municipal de Goiânia – SEPLAM, 103 p. Disponível em: <http://www.goiania.go.gov.br/download/legislacao/PLANO_DIRETOR_DO_MUNICIPIO_DE_GOIANIA_2007.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2009.
- _____. 2002. **Diagnóstico para revisão do plano diretor**. Goiânia: Secretaria de Planejamento Municipal de Goiânia - SEPLAM, 129 p.
- _____. 1994. **Plano de desenvolvimento integrado de Goiânia 2000**. Goiânia: Instituto do Planejamento Municipal de Goiânia - IPLAN. v. 1 e 2.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2000. Censo Demográfico 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/universo.php?tipo=31o/tabela13_1.shtm&paginaatual=1&uf=52&letra=G>. Acesso em: 16 jun. 2011.
- MARCUS, M. G.; DETWYLER, T. R. 1972. **Urbanization and environment**. Belmont, Cal.: Duxburg Press, 286 p.
- OLGYAY, V. 2002. **Arquitectura y clima**: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona: G. Gili, 203 p.
- ROMERO, M. A. B. 2000. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. Disponível em: <http://www.agro.ufg.br/?id_pagina=1243344282&site_id=67>. Acesso em: 10 jun. 2011.
- SILVA, C. S.; SANTANA, N. M. P.; PELEGRINI, J. C. 2006. Caracterização climática do estado de Goiás. **Série Geologia e Mineração**, (3): 61-86.