

# MUDANÇA DOS USOS DA TERRA E AS ALTERAÇÕES NAS VAZÕES DO ALTO RIO CLARO - GO

Prof. Dr. Washington Mendonça Moragas  
Universidade Federal de Goiás  
wm\_moragas@yahoo.com.br

Prof. Dr. Archimedes Perez Filho  
Universidade Estadual de Campinas  
archi@ige.unicamp.br

## RESUMO

O uso da terra no alto curso da bacia do rio Claro foi consideravelmente modificado a partir da década de 1970, com a utilização dos Latossolos em relevos planos e suave ondulados pela agricultura mecanizada de grãos. Para compreender a dinâmica de ocupação da bacia hidrográfica e seus reflexos na quantidade da água do rio Claro foram processados dados de uso da terra de 1963/67 e 2001, bem como dados físicos-ambientais por meio de ferramentas de geoprocessamento. Foram também utilizados, dados de vazão para verificar o comportamento hídrico do rio Claro. O comportamento das vazões indica ligeira queda dos volumes médios diários. São urgentes políticas e ações efetivas, governamentais e da sociedade, na busca de alternativas de uso do território que não sejam conflitantes com a capacidade de suporte dos ambientes e sejam, ao mesmo tempo, social e economicamente viáveis.

**Palavras chave:** Usos da terra, bacia hidrográfica, comportamento hídrico.

## ABSTRACT

The soil use in the high course on the watershed of Claro River has been considerably modified since the 1970-decade with the usage of the Latosol and the plane and gentle-undulated relief waved by the mechanized agriculture of grains. In order to understand the dynamics of the watershed occupation and its effects on the quantity in Claro River water data of soil usage was processed from 1963/67 and 2001, as well as, physical-environmental data through geoprocessing instruments, also, flow data were utilized to verify the hidric conduct of Claro River. The flow conduct shows brief decrease in the daily volumes. Political, governmental and society effective actions are urgent to seek the alternatives of territorial use which are not disagreeing with the supportive capacity of the environment and are at the same time societal and economic practicable.

**Key words:** Soil use, watershed, hidric conduct.

---

## Introdução

A bacia hidrográfica é uma unidade de investigação muito interessante para analisar o comportamento sistêmico das variáveis naturais e das intervenções antrópicas. Sua relevância como unidade de pesquisa, de planejamento e gestão deve-se à possibilidade de visualização mais concreta das inter-relações de pluviosidade, litologia, geomorfologia, solos, temperatura, vegetação, uso da terra, vazão, dentre outros componentes dos meios físico, biótico e antrópico, bem como, da mensuração da multiplicidade de fluxos de matéria e energia que se dão no interior da bacia hidrográfica, e dela com os sistemas externos, nos quais ela se encontra inserida.

Como na natureza existe um profundo e complexo inter-relacionamento de suas componentes, as alterações dos elementos, por causas naturais ou decorrentes das intervenções humanas, repercutirão no re-ordenamento das variáveis dos outros elementos do sistema, especialmente no caso de bacias hidrográficas. Principalmente nos domínios do Cerrado cuja característica possui alto grau de desenvolvimento ecológico, decorrente da maturação deste ambiente no tempo geológico.

Compreender determinadas características, fluxos e organizações dos elementos no sistema bacia hidrográfica, significa poder propor medidas que resultem em melhor utilização, de forma geral, dos recursos disponíveis relacionados à bacia. Com isso, maximizar as qualidades intrínsecas desses recursos, dentro do contexto atual e futuro.

O uso da terra da bacia hidrográfica pode influenciar significativamente no comportamento hídrico local e regional, como pluviosidade, balanço hídrico e também nas vazões dos cursos d'água. A intensidade

da mudança do uso da terra deve também ser considerada nestes estudos, bem como, o tempo transcorrido das alterações.

A forma de apropriação e organização do espaço pela sociedade é variável fundamental na oferta e demanda da água. Áreas intensamente antropizadas, como o meio urbano, requerem grande volume hídrico para satisfazer à multiplicidade de necessidades criadas por este modo de vida. Em contrapartida, o volume de resíduos sólidos e efluentes urbanos produzidos no uso doméstico, industrial e comercial, são mais complexos, diversificados e concentrados, o que dificulta o processo de tratamento e depuração natural da água.

Em áreas predominantemente rurais, os cultivos, as pastagens e a vegetação natural absorvem parte da água do sistema hidrológico. Nas lavouras, principalmente, o manejo de água está em função das limitações físico-ambientais, disponibilidade de recursos técnicos e água em quantidade e qualidade para as regas. O processo produtivo gera resíduos em grande parte químicos (agrotóxicos e fertilizantes) que, juntamente com os sedimentos erodidos, são transportados pelo ar e pela água e poluem os corpos d'água. Na criação de animais, a demanda de água é significativamente menor. Todavia, os resíduos orgânicos podem também comprometer outros usos da água, como a criação de animais, especialmente os decorrentes da suinocultura.

A dúvida que norteia o trabalho é: se alterações do uso da terra do alto curso da bacia do rio Claro modificariam o regime das vazões do rio Claro e em que grau isto pode ser detectado numa série temporal de 30 anos. Neste sentido, o objetivo geral do trabalho é compreender a influência da alteração do uso da terra e os reflexos nas vazões diárias do rio Claro.

## ***Procedimentos Metodológicos***

### ***Localização e caracterização da área***

O alto curso da bacia do rio Claro é limitado pelas coordenadas 51°13'22" e 52°34'05" de longitude Oeste e 17°01'37" e 17°58'50" de latitude Sul. Foi circunscrita a partir das nascentes do rio Claro e seus afluentes até o córrego Lajeado, na margem esquerda deste rio, a jusante da área urbana de Jataí, cerca de 5 km.

A bacia hidrográfica do rio Claro, tributária da bacia do Paranaíba, possui aproximadamente 13.500 km<sup>2</sup>, localizada no estado de Goiás (figura 1). O alto curso da bacia hidrográfica do rio Claro com uma área entorno de 4.800 km<sup>2</sup>, é fundamental para o município de Jataí porque o abastecimento urbano é realizado por esse manancial que supre também outras demandas da comunidade local.

No Sudoeste de Goiás, como em boa parte do Brasil-Central, ocorrem dois regimes climáticos: chuva de outubro a março e estiagem de abril a setembro (outono-inverno), a pluviosidade média anual na região está em torno de 1600mm. Pela classificação de Köppen a região configura-se como Aw com temperaturas relativamente altas o ano todo, baixa amplitude térmica com média do mês mais frio sempre acima de 18° C.

As condições climáticas regionais associadas às demais características físicas nos topos de chapada potencializam o aproveitamento dos solos, principalmente os latossolos, com produção tecnificada de grãos (soja e milho). Por outro lado, as conformações litológicas e processo de esculturação do relevo, particularmente associados aos falhamentos e aos basaltos do Serra Geral, também favorecem à geração de energia elétrica, pois vários trechos foram indicados para aproveitamento de pequenos e médios barramentos hidroelétricos. O turismo em suas várias modalidades é outro potencial de aproveitamento sócio-econômico na região, em função das características ambientais e histórico-culturais.

### ***Material utilizado***

Para realização do estudo foram utilizadas: cartas topográficas na escala de 1:100.000 do IBGE publicadas em 1975, com os seguintes nomes e referências: Portelândia (SE22-V-C-III), Ribeirão

Invernandinha (SE22-V-D-I), Serra do Caiapó (SE22-V-D-II), Serra Azul (SE22-V-D-IV) e Jataí (SE22-V-D-V); fotografias aéreas verticais, obtidas pelo levantamento da USAF de 1963 a 1967, na escala aproximada de 1:60.000, recobrando a maior parte da área de pesquisa; Imagem de satélite do Landsat 7 ETM+, órbita/ponto 223/072 e 224/072 de abril e maio de 2001 bandas 3,4 e 5; aparelho de posicionamento global de navegação, marca Garmim modelo Vista; *scanner* vertical, tamanho A1; programas computacionais: Autocad 2002, Statística 5.5 e Spring 4.1; dados fluviométricos de três postos de monitoramento sendo dois no rio Claro (alto e baixo curso), e um no rio Doce, afluente do rio Claro, no médio curso. Os dados foram fornecidos pela ANA e a CESP (Companhia Energética de São Paulo) (Quadro 1).

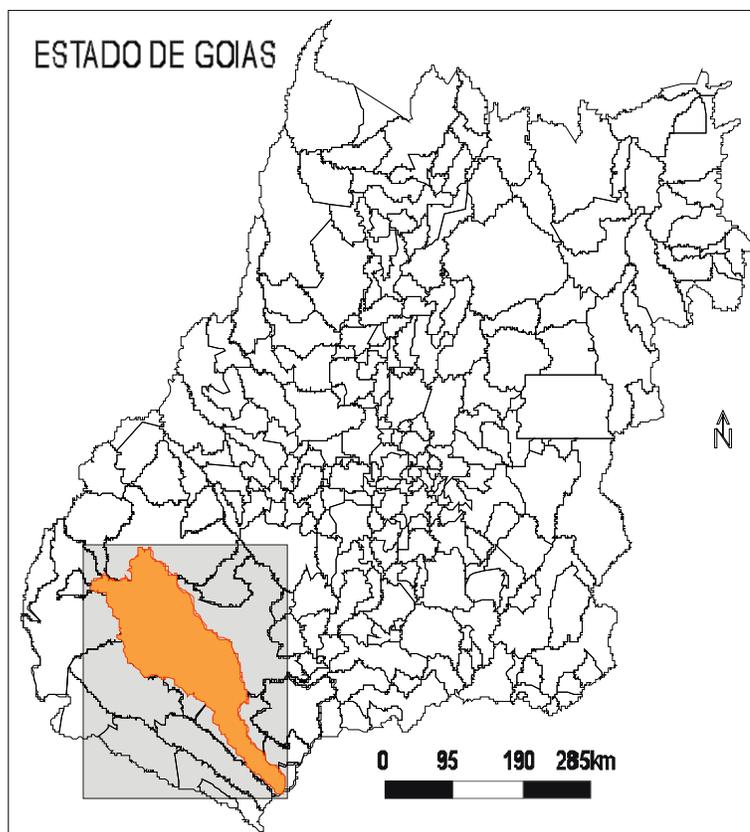


Figura 1 - Localização da bacia do rio Claro no Estado de Goiás

Quadro 1 – Localização e informação das estações fluviométricas utilizadas.

Nº	Localidade	Código do Posto	Long. UTM	Lat. UTM	Altitude aprox. (m)	Período utilizado
1	Ponte do rio Claro	60885000	420511	8018867	630	1972-1988
2	Ponte do rio Doce	60895000	459440	8042939	500	1974-2001
3	Fazenda Rondinha	60907000	533001	7870114	328	1972-2001

Fonte: [www.hidroweb.ana.br](http://www.hidroweb.ana.br) e CESP

## **Procedimentos utilizados**

O uso da terra de 1963/67 foi produzido digitalizando-se as classes de uso, utilizando-se as imagens rasterizadas das cartas topográficas e das fotos dos levantamentos aerofotogramétricos realizados pela USAF no período de 1963/67. Para verificar a correspondência do uso nas cartas e nas fotografias foram feitas amostragens aleatórias que em grande parte foram coincidentes. A opção pelas cartas topográficas contornou o problema da ausência de fotografias aéreas do acervo utilizado para determinadas áreas.

Na análise do uso da terra mais atual, correspondente ao ano de 2001, foram utilizadas imagens de satélite do *Landsat 7 ETM+*. Das duas cenas vizinhas, obtidas em abril e maio de 2001, foram utilizadas as bandas 3, 4 e 5. Foram geradas outras composições, por meio das transformações IHSxRGB e Componentes Principais, na tentativa de melhor identificar e discriminar os alvos, e assim caracterizar a verdade terrestre da época.

A classificação e interpretação da imagem de satélite foi realizada utilizando a classificação supervisionada. A classificação de imagens supervisionada consiste num conjunto de procedimentos que auxiliam o usuário no mapeamento de feições da paisagem. A rotina de classificação foi baseada também nas coletas de informações de uso no campo auxiliado por aparelho GPS (*Global Position System*) e carta topográfica.

Para o mapeamento do uso da terra de 1963/67 e 2001 foram utilizadas seis classes de uso, pois, na etapa de classificação das imagens de satélite de 2001 foram agrupadas as classes de cerrado, cerradão e mata, a qual foi denominada de “Vegetação predominantemente arbórea-arbustiva”, caracterizando, desta forma, toda vegetação de porte arbóreo e associações arbustivas. As áreas de pastagem plantada, pastagem natural e formação vegetal herbácea-arbustiva também foram agrupadas em uma única classe “Pastagens e vegetação herbácea-arbustiva”. Outra classe utilizada foi “Agricultura”, a qual caracteriza lavouras e cultivos temporários e perenes. Também foram consideradas as classes “Área Urbana”, “Rios e Lagos” e “Mineração”.

Para estudo das vazões no rio Claro foram utilizados dados diários do local de medição de 1972 a 1988 e de outras estações fluviométricas para completar o período de análise. A ausência de dados na escala e no período necessários muitas vezes inviabiliza estudos mais aprofundados. Entretanto, alguns cálculos estatísticos servem para construção de modelos que complementam as falhas de observação de um determinado componente ambiental.

O modelo para preenchimento de falhas baseou-se na relação existente entre os dados diários do posto fluviométrico Ponte do rio Claro (BR-364) e de dois postos de monitoramento, um no rio Doce, afluente no médio curso do rio Claro, e outro no baixo curso do rio Claro no posto localizado na Fazenda Rondinha. Foram testados vários conjuntos de dados, utilizando dados de postos fluviométricos quanto pluviométricos, entretanto com  $R^2$  menores e resíduos maiores.

O resultado da regressão linear múltipla processada pelo programa Statistica 5.5 serviu também para a avaliação da confiabilidade do modelo. Este modelo foi utilizado não só para preenchimento das falhas, como também para complementar o período não observado na estação Ponte do rio Claro de 1989 até 2001.

## **Usos da terra em 1963/67 e 2001**

A partir dos mapeamentos do uso do solo de 1963/67, verifica-se que, predominam as formações arbóreas e arbustivas, como matas, cerradão, cerrado e outras formações de maior porte, denominada na legenda da figura 2 de “Veg. predom. arbustiva-arbórea”, representando 54,7% da área do alto curso da bacia hidrográfica do rio Claro (figura 3). A presença desta classe é verificada no reverso da *cuesta* do Caiapó nos chapadões acompanhando o limite oriental da bacia e próximo ao *front* da *cuesta* na parte norte da bacia, ocorre também junto aos eixos de drenagem. A significativa abrangência destas formações vegetais, ainda neste período, está associada à baixa ocupação das terras em atividades agrícolas e à incipiente atividade carvoeira na região.

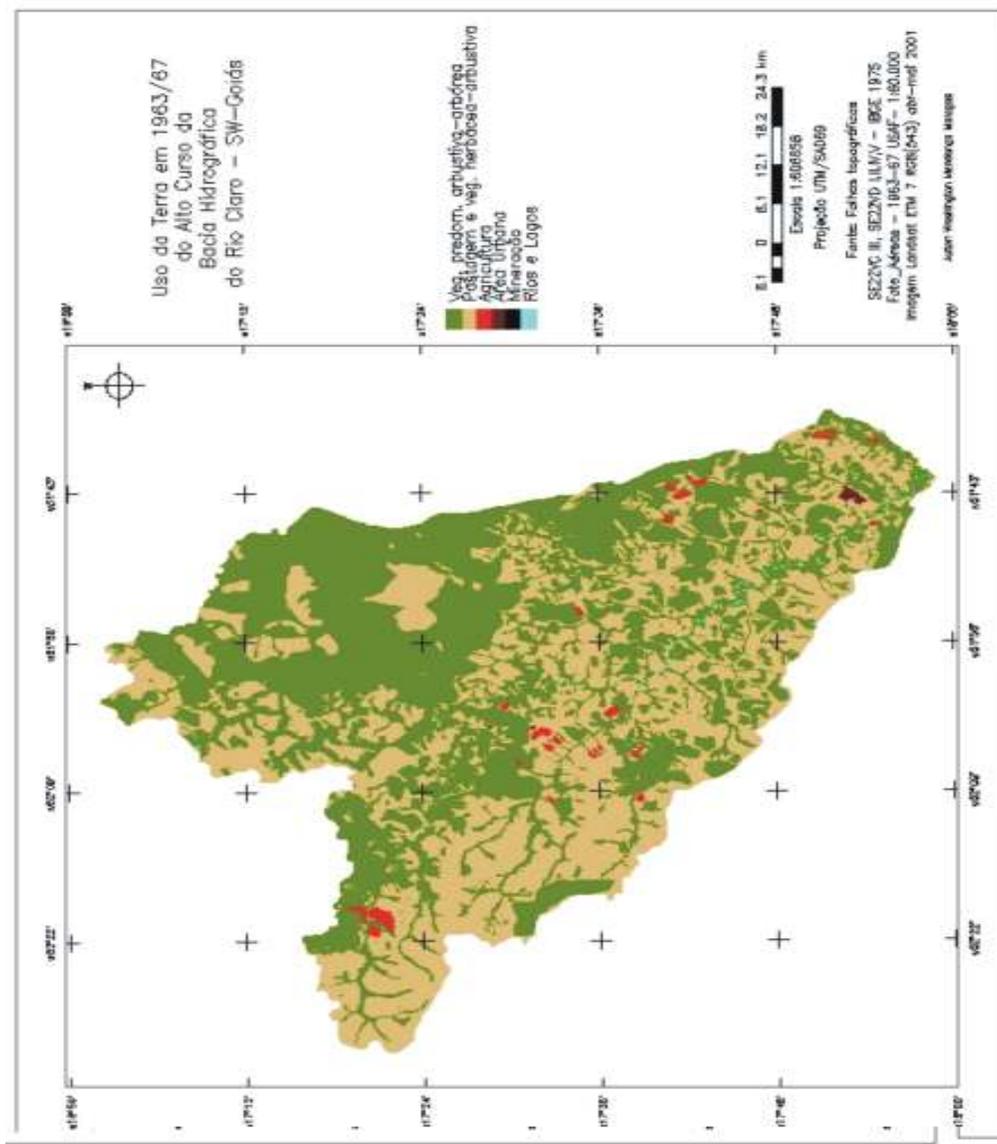


Figura 2 – Mapeamento do uso da terra em 1963/67 ao alto curso do rio claro.

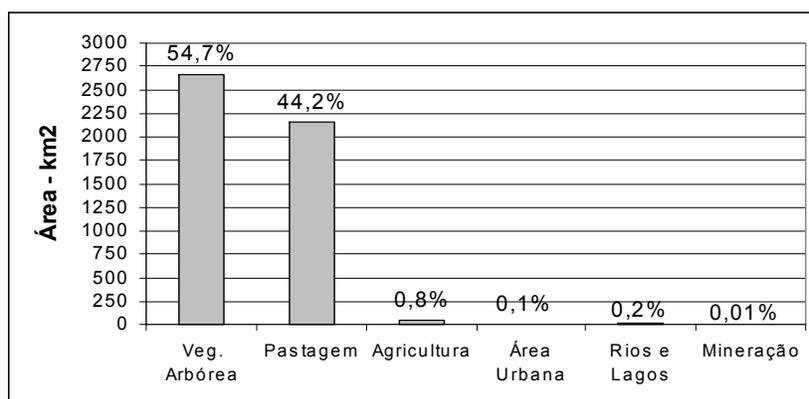


Figura 3 – Classes de uso da terra em 1963/67 no alto rio Claro

A classe “Pastagem e veg. herbácea-arbustiva” cobria, por volta de 1967 uma área de 2150,8km<sup>2</sup>. Nesta época, a atividade agrícola, que se destacava, era a pecuária com rebanhos extensivos e baixo melhoramento genético. Este tipo de uso foi mapeado em 44,2% da área do alto curso. Certamente, nem toda esta área era utilizada para a atividade pecuária. Ainda nesta época não se tem notícia da utilização na região dos capins exógenos do gênero *brachiaria sp.*

No mapeamento do uso da terra em 2001, constatou-se o uso predominante com “Pastagem e veg. herbácea-arbustiva” (figura 4). Assim como no uso da terra de 1967, associou-se as formações vegetais campestres de baixo porte com vegetações herbáceas e arbustivas. Essa classe, em termos de área, praticamente se manteve com 43,3%, correspondendo a 2104,9 km<sup>2</sup>, próxima dos 2150,6 km<sup>2</sup>, encontrados em 1963/67 (figura 5).

A classe “Agricultura” teve um expressivo crescimento, representando no ano de 2001 cerca de 1440 km<sup>2</sup>, correspondendo a 29,6% da área do alto curso da bacia do rio Claro. Nesta classe as lavouras de soja e milho são as mais importantes em termos comerciais e também em área plantada. Este segmento agrícola, a cada ano, avança sobre as pastagens e formações vegetais remanescentes de mata e cerrado, como também sobre as Áreas de Preservação Permanente, que possuem áreas de proteção relativas à largura do rio conforme o Código Florestal (BRASIL, 1965).

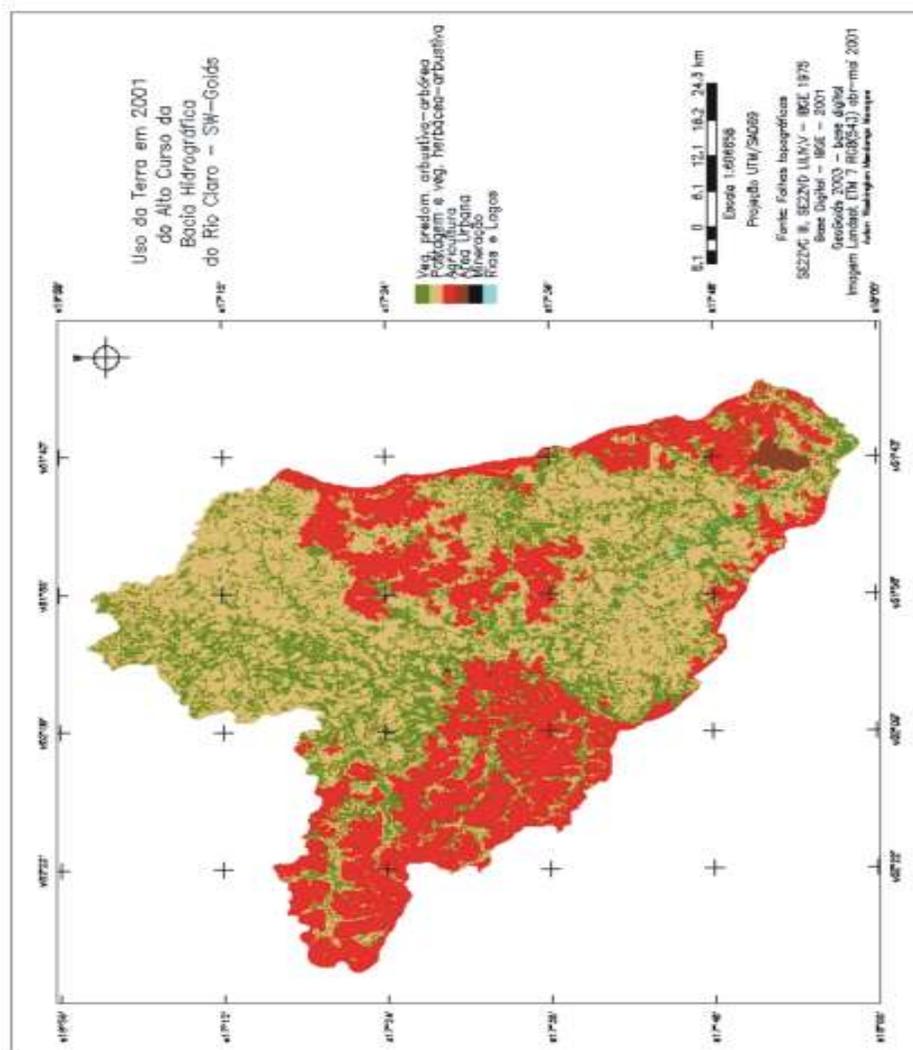


Figura 4 – Mapeamento do uso da terra em 1963/67 ao alto curso do rio claro.

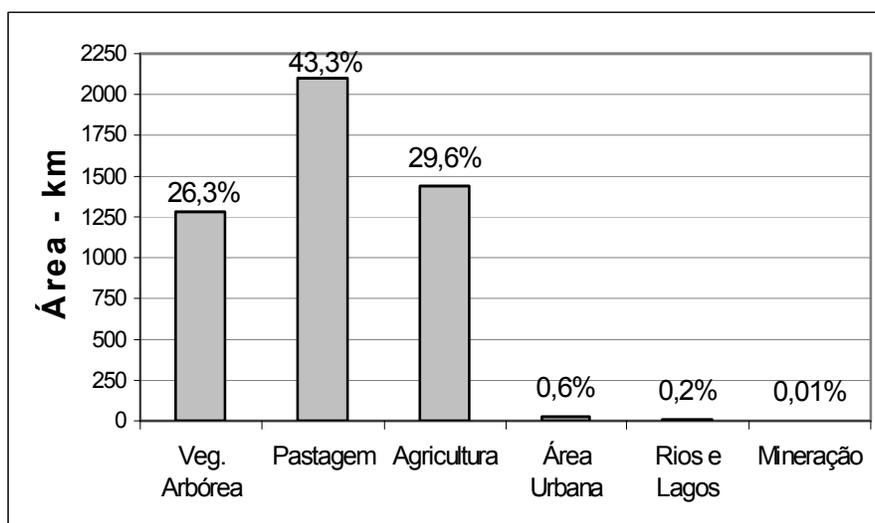


Figura 5 – Classes de uso da terra em 2001 no alto rio Claro

### Vazões no alto curso do rio Claro 1972-2001

O entendimento da dinâmica hídrica é fundamental para a análise de qualquer sistema ambiental. As atividades de planejamento e gestão também dependem de dados confiáveis em séries que permitam realizar modelagens e construção de cenários utilizando vários parâmetros. Para isso, foi elaborado um modelo de regressão para preenchimento da ausência de dados e ampliação do período, descrito pelo coeficiente de determinação  $R^2$  ajustado de 0,87 e erro padrão estimado de 24,084, utilizando, para isso, 4949 valores de cada posto (Quadro 2). A representação da dispersão dos dados observados e preditos podem ser visualizados na figura 6.

Quadro 2 – Resumo do software Statistica para o modelo de regressão linear múltipla para preenchimento de falhas da estação Ponte do rio Claro

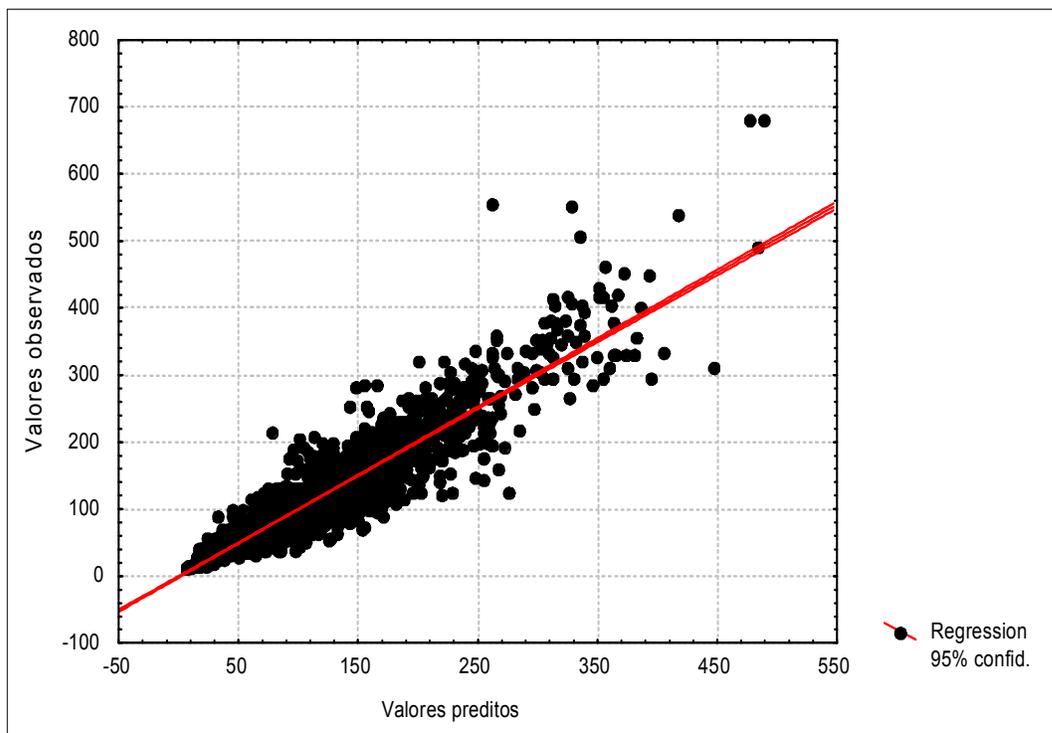
Sumário de regressão para a variável dependente: CLARO1						
R= ,93408263 R²= ,87251035 Ajustado R²= ,87245883						
F(2,4949)=16935, p<0,0000 Erro padrão estimado: 24,084						
	BETA	Erro padrão de BETA	B	Erro padrão de B	T(4949)	p-level
Intercepto			-27,636	0,819952	-33,7045	0
FAZROND	0,787208	0,010388	0,377634	0,004983	75,7838	0
DOCE	0,164373	0,010388	0,897426	0,056713	15,82402	0

Para compreender melhor a figura 7 foram utilizadas referências estatísticas do conjunto dos dados como: média, desvio padrão (+1 e -1), e reta de tendência com valor correspondente para auxiliar nas interpretações.

Analisando a figura 7, correspondente a todo período de vazão diária 1972 a 2001, nota-se que todos os anos apresentaram volumes acima do desvio padrão, contudo, os anos de 1977 a 1991 ocorreram os maiores picos de vazão, destacam-se os anos de 1977, 1980, 1978 e 1991. Os volumes abaixo de um desvio padrão ocorrem no início, em meados e no final dos trinta anos estudados. O ano de 1982 teve o

maior conjunto de picos com maior vazão, porém não foram os maiores em termos de volume.

A reta de tendência do gráfico aponta para um ligeiro decréscimo de  $-0,0008$  dos volumes diários de vazão. Certamente, em função da concentração dos fluxos hídricos no início e meados do período, em contraposição a uma sensível redução dos picos positivos no final do período, após 1995.



**Figura 6** – Dispersão dos valores observados e preditos pela regressão linear múltipla.

## Conclusões

Para se entender o comportamento de um sistema físico-ambiental, a exemplo de uma bacia hidrográfica, depende-se de muitos fatores, tais como disponibilidade e qualidade dos dados, escalas adequadas e compatíveis, período mínimo de dados, entre outros, bem como, o conhecimento de adequadas e compatíveis, período mínimo de dados, entre outros, bem como, o conhecimento de um rol de metodologias e ferramentas, além de habilidades e experiência do analista/pesquisador.

Os dados de vazão (Q) do período analisado (1972 a 2001), por meio da reta de tendência das vazões diárias, apontam para sensíveis decréscimos das vazões diárias no posto sob estudo. A tendência de redução de vazões diárias pode afetar consideravelmente as formas de aproveitamento hídrico no médio e longo prazo. Para as demandas de abastecimento público de água o problema se torna menor, pois o volume captado pela empresa Saneago para a área urbana é relativamente pequeno em comparação às vazões diárias. Contudo, a qualidade da água é afetada pela concentração de resíduos e maior dificuldade de auto-depuração do rio, principalmente após a instalação de barramentos hidroelétricos a jusante dos despejos de efluentes domésticos e industriais que atualmente são parcialmente tratados.

O comportamento do gráfico das vazões diárias (figura 7), permite levantar hipóteses sobre o balanço hídrico da bacia, como: os efeitos da mudança do uso da terra podem ser sentidos de forma mais clara em segmentos temporais menores em torno de 1 a 5 anos; O manejo agrícola com plantio em curvas de nível e utilização de terraços para conter o escoamento superficial e a erosão do solos ameniza a alteração das vazões; As diferenças da evapotranspiração das fitofisionomias do Cerrado adaptadas ao meio físico e as lavouras de soja e milho são consideráveis para as transformações ocorridas no período analisado (30