

**UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO  
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA**

**Curso de Engenharia Civil**

**Joana Kirchner Benetti**

**A UTILIZAÇÃO DA PROJEÇÃO POPULACIONAL NA  
ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO:  
ESTUDO DE CASO, IJUÍ, RS**

**Ijuí/RS**

**2007**

**Joana Kirchner Benetti**

**A UTILIZAÇÃO DA PROJEÇÃO POPULACIONAL NA  
ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO BÁSICO:  
ESTUDO DE CASO, IJUÍ, RS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

**Ijuí  
2007**

# FOLHA DE APROVAÇÃO

**Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelos membros da banca examinadora.**

---

Prof. Cristina Eliza Pozzobon, Mestre  
Orientador - UNIJUÍ/DeTec

Banca Examinadora

---

Prof Lidiane Bittencourt Barroso, Mestre  
UNIJUÍ/DeTec

---

Prof. Raquel Kohler, Mestre  
UNIJUÍ/DeTec

Dedico este trabalho à minha querida mãe pelo apoio em todos os momentos de minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ter me iluminado e me dado força e inspiração para conseguir terminar este trabalho.

A minha orientadora, Prof. Cristina Eliza Pozzobon pelo apoio, amizade, paciência e confiança.

Aos demais professores da EGC pelo apoio e ensinamentos no decorrer do curso.

Em especial, a minha família e ao meu namorado Vinicius pelo incentivo, carinho e dedicação em todos os momentos, sempre sem medir esforços para me ajudar.

Aos professores que participaram da Banca Examinadora.

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar subsídios sobre a utilização da projeção populacional em áreas da engenharia civil, enfatizando a área de saneamento básico. O conhecimento do comportamento demográfico em um dado território e a possibilidade de visibilidade de seu comportamento futuro constituem importante instrumental para formulação e implementação de políticas públicas, em especial a de saneamento básico. Neste, desenvolveu-se o referencial teórico da utilização da projeção populacional na engenharia civil e de diferentes métodos para a mesma. Apresenta-se a aplicabilidade dos métodos matemáticos utilizados na área de saneamento básico com o estudo de caso para cidade de Ijuí. É realizada uma avaliação comparativa das estimativas populacionais segundo os diferentes métodos matemáticos utilizados na área de saneamento básico. Para análise dos métodos foram utilizados gráficos, tabelas, teste estatístico de correlação e ANOVA. Conclui-se, a partir de testes estatísticos, com a utilização da comparação de dados reais com os projetados, que o método que teve o pior desempenho foi o geométrico, já os demais apresentaram-se confiáveis. Para o projeto de saneamento os métodos mais pertinentes são o decrescente de crescimento, regressão e aritmético, pois a população em geral não vai aumentar de forma acentuada no decorrer dos anos projetados conforme variáveis sintomáticas. Estes apresentaram um elevado nível de semelhança nos resultados da projeção sendo indiferente a indicação de um deles, pois no dimensionamento esta diferença não seria significativa.

Palavras-chaves: projeção populacional, métodos, saneamento básico.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Forma da curva de crescimento aritmético. ....	23
Figura 2 - Forma da curva geométrica .....	24
Figura 3 - Forma da curva da regressão multiplicativa.....	25
Figura 4 - Forma da curva da taxa decrescente de crescimento.....	26
Figura 5 - Forma da curva de crescimento logístico.....	27
Figura 6 - Localização do Município de Ijuí no RS .....	36
Figura 7 - População de Ijuí segundo os censos (IBGE) de 1940 à 2000.....	43
Figura 8 - Modelo do método de regressão para a projeção populacional (base dados do IBGE da população de 1991,1996 e 2001) .....	46
Figura 9 - Representação gráfica dos métodos para as projeções populacionais (base dados do IBGE da população de 1991,1996 e 2001) segundo cada um dos métodos-Ijuí-2002 a 2040 .....	47
Figura 10 - Representação gráfica dos métodos para as projeções populacionais (base dados do IBGE da população de 1970,1980 e 1990) segundo cada um dos métodos-Ijuí-1990 a 2030 .....	49
Figura 11 - Dados reais e as projeções populacionais (base dados do IBGE da população de 1970,1980 e 1990) segundo cada um dos métodos-Ijuí-2002 a 2040 .....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - População de Ijuí.....	37
Tabela 2 - Taxas intercensais percentuais de crescimento da população 1920/2000 .....	38
Tabela 3 - Número de consumidores por classe do DEMEI e CERILUZ – Faturamento do mês de setembro/2007 .....	40
Tabela 4 - Sistema de abastecimento de água – Unidade de Saneamento de Ijuí. Companhia Riograndense de Saneamento da região das Missões - SURMIS – CORSAN- setembro/2007 .....	40
Tabela 5 - Comparação entre as projeções populacionais (base de dados do IBGE da população de 1991,1996 e 2001 (DTM)) segundo cada um dos métodos-Ijuí- 2002 a 2040 .....	45
Tabela 6 - Comparação entre as projeções populacionais (base de dados do IBGE da população de 1970,1980 e 1990) segundo cada um dos métodos-Ijuí-1991 a 2030 .....	48
Tabela 7 - Comparação dos dados reais e as projeções populacionais (base dados do IBGE da população de 1970,1980 e 1990) segundo cada um dos métodos- Ijuí-1991 a 2030 .....	49
Tabela 8 - Correlação entre a população real e os métodos estudados .....	50
Tabela 9 - ANOVA conforme as populações obtidas nos diferentes métodos e a real (1991,1996,2000,2001) .....	51
Tabela 10: Teste Tukey entre a população real e as projetadas nos diferentes métodos estudados .....	51
Tabela 11 - Projeções populacionais para 2040 (base de dados do IBGE da população de 1991,1996 e 2001 (DTM)) segundo cada um dos métodos-Ijuí...	53



## **LISTA DE SIGLAS**

ANOVA: Análise de Variância

CERILUZ: Cooperativa Regional de Energia e Desenvolvimento Ijuí Ltda

CMTP: Companhia Metropolitana de Transporte Público

CORSAN: Companhia Riograndense de Saneamento

CREA/RS: Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Rio Grande do Sul

DEMEI: Departamento Municipal de Energia de Ijuí

EBA: Estação de bombeamento de água

ETA: Estação de tratamento de água

ETE: Estação de tratamento de esgoto

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PIB: Produto interno bruto

SOPS: Secretaria de Obras Públicas e Saneamento

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
1.1 TEMA DA PESQUISA .....	12
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.3 FORMULAÇÃO DA QUESTÃO DE ESTUDO.....	13
1.4 OBJETIVOS .....	13
1.4.1 <i>Objetivo geral</i> .....	13
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	13
1.5 JUSTIFICATIVA .....	14
1.6 SISTEMATIZAÇÃO DO TRABALHO .....	15
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
2.1 PROJEÇÃO POPULACIONAL.....	16
2.1.1 <i>Conceito</i> .....	16
2.1.2 <i>Importância</i> .....	16
2.1.3 <i>Aplicações gerais</i> .....	17
2.2 APLICAÇÃO DA PROJEÇÃO POPULACIONAL NA ENGENHARIA CIVIL.....	18
2.2.1 <i>O Metrô de Teresina</i> .....	20
2.2.2 <i>Sistemas de água e esgoto projetados pela Ecoplan Engenharia</i> .....	21
2.3 MÉTODOS UTILIZADOS PARA PROJEÇÃO POPULACIONAL.....	21
2.3.2 <i>Projeções populacionais com base em métodos de quantificação indireta</i> .....	27
2.3.3 <i>Projeções populacionais com base no método dos componentes demográficos</i> .....	29
2.4 PROJEÇÃO POPULACIONAL APLICADA EM PROJETO DE SANEAMENTO BÁSICO .....	30
2.4.1 <i>Saneamento básico</i> .....	30
2.4.2 <i>Estudos preliminares para projetos</i> .....	31
2.4.3 <i>Definição de projeto</i> .....	32
2.4.4 <i>Horizontes de projeto</i> .....	33
2.4.5 <i>População da área de projeto</i> .....	34
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
3.1 CLASSIFICAÇÃO DO ESTUDO .....	35
3.2 LOCAL DO TRABALHO .....	35
3.2.1 <i>Evolução demográfica de Ijuí</i> .....	36
3.3 PLANO DE COLETA DE DADOS.....	39
3.3.1 <i>Coleta dos censos populacionais</i> .....	39
3.3.2 <i>Coleta de números atuais de ligações de luz</i> .....	39
3.3.3 <i>Coleta de números atuais de ligações de água</i> .....	40
3.4 SELEÇÃO DOS MÉTODOS DE PROJEÇÃO POPULACIONAL PARA APLICAÇÃO EM PROJETO DE SANEAMENTO BÁSICO PARA A CIDADE IJUÍ-RS .....	40
3.5 MÉTODOS ESTATÍSTICOS .....	41
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>

<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O planejamento a nível nacional, estadual e municipal tem gerado a necessidade de um estudo mais técnico, considerando a demanda das informações sócio-demográficas cada vez mais abrangentes e mais detalhadas em escala geográfica. Dentre essas demandas informacionais, vêm ganhando destaque as projeções populacionais, utilizadas para subsidiar a elaboração e o acompanhamento de Planos Diretores Urbanos, Planos Plurianuais, gestão urbana e alocação de recursos em processos de planejamento participativo, sendo que a engenharia civil possui participações diretas ou indiretas nesses processos e estes requerem um conhecimento circunstanciado da dinâmica de crescimento (ou decréscimo) das distintas zonas, bairros e distritos dos municípios. Neste contexto existe uma pressão popular por maior eficiência do gasto do dinheiro público. Para tanto justifica-se a relevância da projeção populacional e conseqüentemente desta pesquisa.

### 1.1 TEMA DA PESQUISA

Utilização da projeção populacional na engenharia civil.

### 1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho aborda a utilização da projeção populacional na Engenharia Civil, mas a aplicação dos métodos de projeção populacional fica limitada à atividade de projeto de saneamento básico, onde se apresenta como estudo de caso para o município de Ijuí/RS.

### 1.3 FORMULAÇÃO DA QUESTÃO DE ESTUDO

Como é utilizada a projeção populacional em projetos de Engenharia Civil, em especial em projetos de saneamento básico? Como seria essa projeção populacional quando aplicada ao saneamento básico do município de Ijuí/RS?

### 1.4 OBJETIVOS

#### **1.4.1 Objetivo geral**

Pesquisar na literatura trabalhos que demonstram a utilização e a importância da projeção populacional nas diferentes áreas da engenharia civil.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Verificar e registrar a utilização da projeção populacional em áreas da engenharia civil, enfatizando a área de saneamento básico;
- Aprofundar a pesquisa na literatura e registrar os diferentes métodos de projeção populacional aplicados em projetos de saneamento básico;
- Coletar dados censitários referentes à população e dados atuais de ligações de luz, ligações de água, dentre outros, referentes ao município de Ijuí/RS;
- Aplicar diferentes métodos para projetar a população de Ijuí visando a aplicação em um projeto de saneamento básico;
- Comparar dados reais obtidos pelo censo com os da projeção populacional a partir dos métodos matemáticos estudados.

A utilização da projeção populacional na elaboração de projetos de saneamento básico: estudo de caso, Ijuí, RS

## 1.5 JUSTIFICATIVA

A realização deste trabalho surgiu do interesse do autor pela relação entre a projeção populacional e a engenharia civil. Esse interesse se justifica no fato que o engenheiro é um profissional que resolve problemas de interesse da sociedade, pela aplicação eficiente de projetos benéficos tanto na área social quanto na área econômica.

O planejamento de projetos rodoviários, ferroviários, hidroviários, sanitários, dentre outros, deve considerar a projeção populacional, tendo em vista que este planejamento, obrigatoriamente, deve funcionar de maneira eficaz por certo número de anos, atendendo a demanda da população atual e futura. Para tanto, torna-se necessário e primordial o conhecimento da população total que será beneficiada durante este período de tempo que decorre após a elaboração do projeto.

Sendo assim, é de suma importância que a projeção populacional seja realizada e utilizada de maneira criteriosa, levando em conta o desenvolvimento demográfico ocorrido até a data atual, para minimizar a margem de erro.

Considerando que Ijuí é um município com cerca de setenta e cinco mil habitantes (IBGE, 2007), se faz necessária à implantação de um sistema eficiente técnica e economicamente de saneamento básico. Conforme expõe Finamor (2007), engenheiro civil da Corsan, em matéria técnica da revista mensal do CREA, publicada em setembro do corrente ano, o saneamento é como um vetor preventivo da saúde, pois a cada um real investido em saneamento, poupa-se quatro reais em saúde pública, já que cerca de 30% das doenças e internações hospitalares existentes no Brasil tem veiculação hídrica.

Contudo, torna-se conveniente realizar um estudo acerca dos diferentes métodos de projeção populacional que podem ser aplicados ao município em estudo. Conforme Waldvogel e Ferreira (2003), os estudos populacionais enriquecem as análises dos planejadores e fornecem subsídios e critérios para a orientação do processo de planejamento nos diversos estágios e em diversas áreas. Por outro lado, as informações demográficas indicam as necessidades atuais e

futuras de uma população quanto à demanda por habitação, segurança, mão-de-obra, saneamento básico, dentre outros setores sociais.

Desta forma, torna-se importante a realização da pesquisa, pois a mesma fundamenta e aplica os diversos métodos de projeção populacional, demonstrando a relevância destes métodos na engenharia civil.

## 1.6 SISTEMATIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. O Capítulo 1 traz introdução, tema e delimitação do tema de pesquisa; questão de estudo; objetivos geral e específico e; justificativas para a realização da pesquisa.

O Capítulo 2 contém a revisão bibliográfica sobre projeção populacional; aplicação da projeção populacional na engenharia civil; métodos utilizados para projeção populacional e; projeção populacional aplicada em projeto de saneamento básico.

O Capítulo 3 apresenta os materiais e métodos: Classificação do estudo; local do trabalho; plano de coleta de dados; seleção dos métodos de projeção populacional para aplicação em projeto de saneamento básico para a cidade Ijuí-RS; métodos estatísticos.

O Capítulo 4 faz a apresentação e análise dos resultados e o Capítulo 5 apresenta as conclusões.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo está estruturado da seguinte forma: são tecidas considerações relacionadas à projeção populacional, seu conceito, importância, aplicabilidade bem como as diferentes metodologias para o cálculo da mesma.

### 2.1 PROJEÇÃO POPULACIONAL

#### **2.1.1 Conceito**

A projeção populacional pode ser descrita como sendo uma estimativa da população de um determinado território (país, estado, município, ou outro) para certo momento futuro.

#### **2.1.2 Importância**

Sabe-se que o Brasil é um país bastante diversificado, tanto no âmbito social, como econômico e, até mesmo, natural. Essa diversificação acarreta em aglomerados populacionais concentrados em determinadas regiões que, por sua vez, passam a necessitar de investimentos em infra-estrutura, seja na área de transportes, saneamento básico, saúde, educação, ou outros setores gerenciados pelo Poder Público (Vasques, 1983).

Em decorrência disso, há a necessidade de se compreender e buscar informações sobre essa população, bem como sobre a perspectiva de crescimento da mesma, auxiliando o Poder Público no estabelecimento de metas, visando o desenvolvimento local.



Segundo Borges *et al* (2006), a estimativa de uma população futura é de extrema importância, na medida em que serve de base para qualquer projeto na área de políticas públicas, bem como na prospecção de novos padrões de consumo ou novas demandas no setor privado. As projeções populacionais permitem planejar, por exemplo, a viabilidade de um determinado modal de transporte público em uma cidade ou a necessidade de mais hospitais ou escolas, a partir das projeções por grupo etário (quantidade de crianças), ou, até mesmo, o impacto ambiental em determinado local a partir do total populacional previsto para esta localidade durante certo tempo. É possível também, ao deparar-se com uma projeção onde se verifica uma quantidade elevada de idosos, planejar políticas públicas para esse segmento ou repensar o cálculo previdenciário.

### **2.1.3 Aplicações gerais**

O estudo do comportamento e das características demográficas de uma determinada população, bem como a análise da projeção futura desta população, torna-se indispensável a partir do momento em que se deseja estudar e fixar metas que proporcionem o melhoramento das condições sociais, políticas e econômicas (Vasques, 1983). Esse melhoramento abrange diversas áreas relacionadas à sociedade, como saúde, educação, alimentação, meio ambiente, e outros.

As projeções populacionais são instrumentos valiosos para a gestão em todos os campos do planejamento, tanto na pública quanto na privada. As informações prospectivas fornecem subsídios para viabilizar a demanda por serviços públicos, como o fornecimento de água, redes de esgoto, transporte, quantidade de vagas necessárias na rede de saúde ou de ensino, bem como para o setor privado no dimensionamento de mercados.

Na área da economia as projeções populacionais fazem parte do cálculo de vários indicadores econômicos e sociais, dentre eles pode-se citar o PIB *per capita*; a taxa de participação no mercado de trabalho, dentre outros.

A utilização da projeção populacional na elaboração de projetos de saneamento básico:  
estudo de caso, Ijuí, RS

## 2.2 APLICAÇÃO DA PROJEÇÃO POPULACIONAL NA ENGENHARIA CIVIL

Os profissionais da área da Engenharia Civil trabalham planejando e controlando a execução de planos diretores, de obras como edifícios, pontes, viadutos, túneis, estradas, redes de água, redes de esgoto, dentre outros. Estes profissionais atuam, principalmente, junto a construtoras, em escritórios de engenharia e no serviço público.

Para se executar projetos de qualidade que possuam uma vida útil satisfatória, os engenheiros devem levar em consideração a projeção populacional. O que possibilita uma perspectiva futura das necessidades de determinada população em certo período de tempo, podendo assim analisar a viabilidade de um projeto em um determinado território.

Quando uma determinada área (estado, cidade ou até mesmo bairros de uma cidade) sofre uma grande atração populacional como, por exemplo, a abertura de uma nova fábrica que gera novos empregos, passa a ocorrer um certo desequilíbrio local. Segundo Brudeki (2005), a administração pública em uma nova demanda deve adequar gastos com qualidade e quantidade, e para tanto, deve buscar o ponto de equilíbrio, sendo que, se depara com dificuldades que afetam toda a sua economia, e, nesta busca, muitas vezes, apresenta problemas na gestão dos serviços públicos, mais especificamente naqueles relacionados com a infraestrutura, que deveria ter amplitude suficiente para suprir as necessidades da população. Este efeito faz com que diminuam os investimentos privados destinados ao local (país, estado, município, bairro.), por conta de incertezas quanto à eficiência governamental na busca por ações corretivas, que inúmeras vezes demonstram resultados lentos e ineficientes.

Vale ressaltar que muitos serviços públicos são estratégicos e necessitam de projeção populacional para que não sofram as conseqüências da falta de planejamento adequado, já que a falta de infra-estrutura em algumas áreas pode acarretar problemas em outras. Exemplo disso é a relação entre os serviços de água e esgoto com a área da saúde pública, levando em conta os problemas de saúde

ocasionados pelo contato de pessoas com águas poluídas. Este fato, por si só, justifica a necessidade de investimento em infra-estrutura.

A projeção populacional influencia direta ou indiretamente as mais diversas áreas da engenharia civil, fazendo parte principalmente dos estudos preliminares para a atividade de projeto.

Em se tratando da área de transportes, utilizando as projeções populacionais pode-se estimar a demanda por certo tipo de modal, ou a possibilidade de expansão do mesmo. Estimativas de população podem servir ainda para a calibração da rede de simulação de transportes.

A projeção populacional pode servir de base para calibração da rede de simulação de transporte; para projeções de demanda de viagens; para estudos de expansão da rede de metrô e para planejamento de transporte metropolitano.

Em relação a projetos de saneamento básico, a projeção populacional é indispensável, pois para diferentes projetos dessa área é necessário o conhecimento da população de final de plano (população de projeto), bem como da sua evolução ao longo do tempo, para o estudo das etapas de implantação. Estes valores servem de “base” para o dimensionamento das redes.

Uma das condições de um sistema de abastecimento eficiente é que a água distribuída seja capaz de atender à demanda. Sem dúvida alguma a demanda de água cresce com a população.

Um sistema de abastecimento, quando instalado, deve ter condições de fornecer água em quantidade superior ao consumo. Todavia, depois de certo número de anos, a demanda passa a corresponder à capacidade máxima de adução e, então, diz-se que o sistema atingiu o seu limite de eficiência.

Na construção de um sistema da engenharia, é corriqueiro planejar para que ele funcione um determinado tempo. Este tempo, em número de anos que é

A utilização da projeção populacional na elaboração de projetos de saneamento básico:  
estudo de caso, Ijuí, RS

utilizado no planejamento impõe o conhecimento da população total que deverá ser beneficiada após esse mesmo número de anos da elaboração do projeto.

### **2.2.1 O Metrô de Teresina**

A Companhia Metropolitana de Transporte Público – CMTP (2007), no seu site sobre o Metrô de Teresina, divulga que é possível estimar valores para a demanda do Metrô, dentro de um grau de confiabilidade razoável, a partir da consideração de estudos e projeções populacionais recentes, da avaliação dos resultados obtidos pelo mesmo nos meses em que se encontra em operação, e da evolução da demanda dos demais modos de transporte do Sistema de Transportes Públicos / Teresina.

A CMTP (2007) expõe, também, que os principais critérios considerados para a realização de estimativas de demanda para o metrô foram os seguintes:

- A demanda do metrô tenderá a estabilizar-se nos níveis atuais, da ordem de 102 mil passageiros por mês, mantidas as mesmas condições operacionais e físicas do mesmo. A atração significativa de usuários de outros modos de transporte só deverá ocorrer com o prolongamento da linha até a praça da Bandeira, projeto do ramal;
- A frequência dos trens só deverá ser ampliada com a construção do ramal Bandeira, visto que somente assim a despesa compensaria em função do aumento da demanda;
- O início de qualquer integração entre o ônibus e o metrô só deverá ocorrer após a construção do Ramal Bandeira, pois o mesmo atinge o ponto central da cidade;
- A demanda potencial do metrô ainda deverá aumentar proporcionalmente ao crescimento populacional da área de influência do corredor ferroviário, mantendo a mesma paridade com o crescimento da demanda do ônibus.

### **2.2.2 Sistemas de água e esgoto projetados pela Ecoplan Engenharia**

A empresa Ecoplan Engenharia, situada em Porto Alegre/RS, presta serviços de consultoria relacionados a estudos e projetos de engenharia, arquitetura e meio ambiente; estudos e projetos multidisciplinares, supervisão e fiscalização de obras; gerenciamento de empreendimentos e programas financiados por organismos internacionais.

Uma de suas áreas de atuação é a de saneamento básico. Possui como principais clientes a CORSAN (Companhia Riograndense de Saneamento) e a SOPS (Secretaria de Obras Públicas e Saneamento), realizando estudos e projetos de Estações de Tratamento de Água (ETAs), Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), Estações de Bombeamento de Água (EBAs), etc. Conforme informações de engenheiros da referida empresa, para a realização de tais projetos é efetuada uma projeção populacional, que serve de subsídio para um projeto de boa qualidade, tendo em vista que este deverá funcionar de maneira eficaz por certo número de anos, atendendo a demanda da população atual e futura. Essas projeções são realizadas por profissionais da Engenharia Civil, através de métodos matemáticos.

### **2.3 MÉTODOS UTILIZADOS PARA PROJEÇÃO POPULACIONAL**

Para Puppi (1981), a ação de planejar é visão para o futuro. Então, em se tratando de empreendimentos que utilizam como base a técnica para atingir metas comunitárias, a previsão do tempo auxiliará somente se puder fornecer uma direção futura.

Segundo Von Sperling (1996) os principais métodos utilizados para as projeções populacionais são: projeção aritmética; projeção geométrica; regressão multiplicativa; taxa decrescente de crescimento; crescimento logístico; comparação gráfica entre cidades similares; método da razão e correlação e método da previsão com base nos empregos. Estes métodos serão descritos a seguir, de acordo com Von Sperling (1996), bem como o método dos componentes demográficos.

A utilização da projeção populacional na elaboração de projetos de saneamento básico: estudo de caso, Ijuí, RS

### **2.3.1 Projeção populacional considerando os métodos com base em fórmulas matemáticas**

A previsão populacional neste caso é estabelecida através de uma equação matemática, que pode ser resolvida também por método estatístico de análise de regressão (linear ou não-linear). Opta-se por métodos de regressão quando se tem uma maior série histórica de dados e os métodos algébricos quando se têm apenas duas ou três informações.

Nos métodos descritos são consideradas as seguintes nomenclaturas:

- $dP/dt$  = taxa de crescimento da população em função do tempo;
- $P_0, P_1, P_2$  = populações nos anos  $t_0, t_1, t_2$  (as fórmulas para taxa decrescente e crescimento logístico exigem valores equidistantes, caso não sejam baseadas na análise da regressão) (hab);
- $P_t$  = população estimada no ano  $t$  (hab);
- $P_s$  = população de saturação (hab);
- $K_a, K_g, K_d, K_l, i, c, r, s$  = coeficientes (a obtenção dos coeficientes pela análise da regressão é preferível, já que se pode utilizar toda a série de dados existentes e não apenas  $P_0, P_1$  e  $P_2$ ).

#### a) Método da projeção aritmética

Neste método parte-se do princípio de que o crescimento populacional se efetua através de uma taxa constante, referente à população na data inicial do período de previsão e sem acúmulo periódico, evoluindo em progressão aritmética. O método é utilizado para estimativas de menor prazo. O ajuste da curva pode ser também feito por análise da regressão.

Fórmula da projeção:  $P_t = P_0 + K_a \cdot (t - t_0)$

Onde,

Taxa de crescimento:  $\frac{dP}{dt} = K_a$

Coefficientes (se não for efetuada análise da regressão):  $K_a = \frac{P_1 - P_0}{t_1 - t_0}$

A forma da curva que representa o projeção aritmética é mostrada na Figura 1.

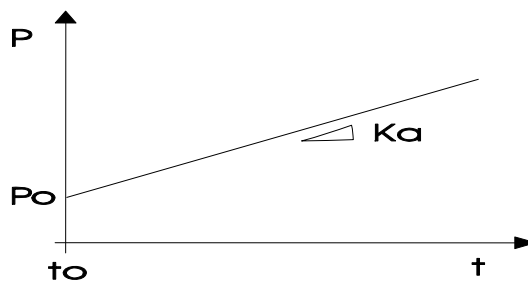


Figura 1 - Forma da curva de projeção aritmética

#### b) Método da projeção geométrica

Este método considera o tempo como um exponencial para o incremento anual sobre a taxa. O crescimento populacional é função da população existente a cada instante. O método é utilizado para estimativas de menor prazo e o ajuste da curva pode ser também feito por análise da regressão.

Fórmula da projeção:  $P_t = P_0 \cdot e^{K_g \cdot (t - t_0)}$  ou  $P_t = P_0 \cdot (1 + i)^{(t - t_0)}$

Onde,

Taxa de crescimento:  $\frac{dP}{dt} = K_g \cdot P$

A utilização da projeção populacional na elaboração de projetos de saneamento básico: estudo de caso, Ijuí, RS

Coeficientes (se não for efetuada análise da regressão):  $K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_0}{t_1 - t_0}$

ou  $i = e^{K_g} - 1$

A forma da curva que representa a projeção geométrica é apresentada na Figura 2.

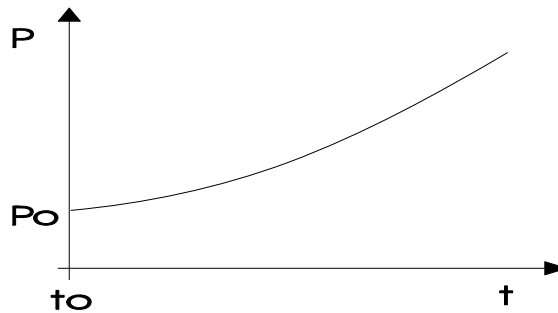


Figura 2 - Forma da curva geométrica

### c) Método da regressão multiplicativa

Este método realiza um ajuste da progressão populacional por regressão linear (transformação logarítmica da equação) ou regressão não-linear.

Fórmula da projeção:  $P_t = P_0 + r \cdot (t - t_0)^s$

Onde,

Coeficientes (se não for efetuada análise da regressão):  $r, s$  - análise da regressão ou transformação logarítmica.

A forma da curva que representa o crescimento da regressão multiplicativa é mostrada na Figura 3.



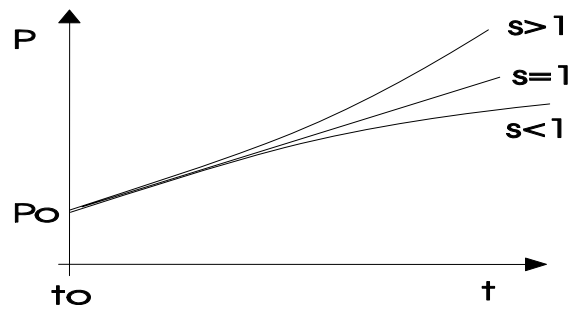


Figura 3 - Forma da curva da regressão multiplicativa

d) Método da taxa decrescente de crescimento

Neste método se considera a premissa de que, à medida que a cidade cresce, a taxa de crescimento torna-se menor. A população tende assintoticamente a um valor de saturação. Os parâmetros podem ser também estimados por regressão não-linear.

$$\text{Fórmula da projeção: } P_t = P_0 + (P_s - P_0) [1 - e^{-K_d \cdot (t-t_0)}]$$

Onde,

$$\text{Taxa de crescimento: } \frac{dP}{dt} = K_d \cdot (P_s - P)$$

Coeficientes (se não for efetuada análise da regressão):

$$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2} \quad K_d = \frac{-\ln[(P_s - P_2)/(P_s - P_1)]}{t_2 - t_1}$$

A forma da curva que representa o método da taxa decrescente de crescimento, mostrada na Figura 4.

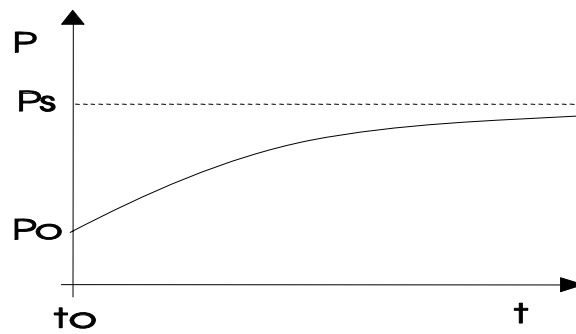


Figura 4 - Forma da curva da taxa decrescente de crescimento

#### e) Método do crescimento logístico

Este método supõe que o crescimento da população segue uma relação matemática que estabelece uma curva em forma de S. A população tende assintoticamente a um valor de saturação. Os parâmetros podem ser também estimados por regressão não-linear. As condições necessárias são:  $P_0 < P_1 < P_2$  e  $P_0 \cdot P_2 < P_1^2$ . O ponto de inflexão na curva ocorre no tempo  $[t_0 - \ln(c)/K_1]$  e com  $P_t = P_s/2$ .

$$\text{Fórmula da projeção: } P_t = \frac{P_s}{1 + c \cdot e^{K_1 \cdot (t - t_0)}}$$

Onde,

$$\text{Taxa de crescimento: } \frac{dP}{dt} = K_1 \cdot P \cdot \frac{(P_s - P)}{P}$$

Coefficientes (se não for efetuada análise da regressão):

$$P_s = \frac{2 \cdot P_0 \cdot P_1 \cdot P_2 - P_1^2 \cdot (P_0 + P_2)}{P_0 \cdot P_2 - P_1^2}, \quad c = (P_s - P_0)/P_0 \quad \text{e} \quad K_1 = \frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \ln\left[\frac{P_0 \cdot (P_s - P_1)}{P_1 \cdot (P_s - P_0)}\right]$$

A forma da curva que representa o crescimento logístico é mostrada na Figura 5.

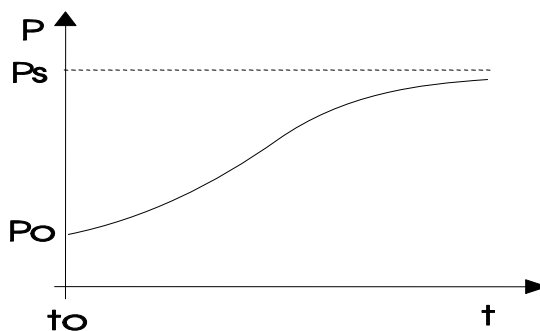


Figura 5 - Forma da curva de crescimento logístico

### **2.3.2 Projeções populacionais com base em métodos de quantificação indireta**

Nestes métodos, apresentados de acordo com a obra de Von Sperling (1996) a projeção futura das relações pode ser feita com base na análise da regressão.

#### a) Método da comparação gráfica entre cidades similares

Este método envolve a projeção gráfica dos dados passados da população em estudo. Os dados populacionais de outras cidades similares, porém maiores são plotados de tal maneira que as curvas sejam coincidentes no valor atual da população da cidade em estudo. Estas curvas são utilizadas como referências na projeção futura da cidade em estudo.

#### b) Método da razão e correlação

Neste método, assume-se que a população da cidade em estudo possui a mesma tendência da região (física ou política) na qual se encontra. Com base nos registros censitários a razão "população da cidade/população da região" é calculada, e projetada para os anos futuros. A população da cidade é obtida a partir da

projeção populacional da região (efetuada em nível de planejamento por algum outro órgão) e da razão projetada.

c) Método de previsão de empregos e serviços de utilidades

Neste método, a população é estimada utilizando-se a previsão de empregos (efetuada por algum outro órgão). Com base nos dados passados da população e pessoas empregadas, calcula-se a relação "emprego/população", a qual é projetada para os anos futuros. A população da cidade é obtida a partir da projeção do número de empregos da cidade. O procedimento é similar ao método da razão. Pode-se adotar a mesma metodologia a partir da previsão de serviços de utilidade, como eletricidade, água, telefone etc. As companhias de serviços de utilidade normalmente efetuam estudos e projeções da expansão de seus serviços com relativa confiabilidade.

Segundo Von Sperling (1996), os resultados da projeção populacional devem ser coerentes com a densidade populacional da área em questão. Valores típicos de densidades populacionais estão apresentados no Quadro 1. Já o Quadro 2 apresenta valores típicos de densidades populacionais de saturação, em regiões metropolitanas altamente ocupadas.

Quadro 1 - Densidades populacionais típicas em função do uso do solo

Uso do solo	Densidade populacional	
	(hab/ha)	(hab/km <sup>2</sup> )
Áreas residenciais		
Residências unifamiliares; lotes grandes	12 – 36	1.200 – 3.600
Residências unifamiliares; lotes pequenos	36 – 90	3.600 – 9.000
Residências multifamiliares; lotes pequenos	90 – 250	9.000 – 25.000
Apartamentos	250 – 2.500	25.000 – 250.000
Áreas comerciais	36 – 75	3.600 – 7.500
Áreas industriais	12 – 36	1.200 – 3.600
Total (excluindo-se parques e outros equipamentos de grande porte)	25 – 125	2.500 – 12.500

Fonte: Adaptado de Fair, Geyer e Okun (1973) e Qasim (1985) (valores arredondados)

Quadro 2 - Densidades demográficas e extensões médias de arruamentos por ha, em condições de saturação, em regiões metropolitanas altamente ocupadas

Uso do solo	Densidade populacional de saturação (hab/ha)	Extensão média de arruamentos (m/ha)
Bairros residenciais de luxo, com lote padrão de 800 m <sup>2</sup>	100	150
Bairros residenciais médios, com lote padrão de 450 m <sup>2</sup>	120	180
Bairros residenciais populares, com lote padrão de 250 m <sup>2</sup>	150	200
Bairros mistos residencial-comercial da zona central, com predominância de prédios de 3 e 4 pavimentos	300	150
Bairros residenciais da zona central, com predominância de edifícios de apartamentos com 10 e 12 pavimentos	450	150
Bairros mistos residencial-comercial –industrial da zona urbana, com predominância de comércio e indústrias artesanais e leves	600	150
Bairros comerciais da zona central com predominância de edifícios de escritórios	1000	200

Dados médios da Região Metropolitana de São Paulo  
Fonte: Além Sobrinho e Tsutiya (2000)

### 2.3.3 Projeções populacionais com base no método dos componentes demográficos

Segundo Tsutiya (2000), este método considera a tendência passada verificada pelas variáveis demográficas: fecundidade, mortalidade e migração, e são formuladas hipóteses de comportamento futuro. A expressão geral da população de uma comunidade, em função do tempo, pode ser expressa da seguinte forma:

$$P = P_0 + (N - M) + (I - E)$$

Em que:

P = população da data t;

P<sub>0</sub> = população da data inicial t<sub>0</sub>;

N = nascimentos (no período t- t<sub>0</sub>);

M = Óbitos;

I = imigrantes no período;

E = emigrantes no período;

A utilização da projeção populacional na elaboração de projetos de saneamento básico: estudo de caso, Ijuí, RS

N-M = crescimento vegetativo no período;

I-E = crescimento social no período.

Esse método parte de uma divisão da população de base em grupos ou subgrupos homogêneos e para cada um deles são aplicadas as variáveis demográficas.

## 2.4 PROJEÇÃO POPULACIONAL APLICADA EM PROJETO DE SANEAMENTO BÁSICO

Para a realização de um projeto de saneamento básico, deve-se, primeiramente, efetuar um estudo preliminar, composto por diversos elementos essenciais, dentre eles, a projeção populacional.

Segundo Von Sperling (1996), esta projeção populacional permite o conhecimento da população de final de plano (população de projeto), bem como a sua evolução ao longo do tempo, o que é de suma importância para o estudo das etapas de implantação.

Existem diversos métodos para a determinação da projeção populacional, conforme exposto anteriormente. Estes métodos devem ser estudados para que a escolha seja aquela que melhor se adequar com o projeto em questão, pois o dimensionamento dos projetos será baseado no resultado obtido da população pela aplicação do método escolhido.

### 2.4.1 Saneamento básico

De acordo com o Ministério da Saúde (1994), a definição clássica de saneamento é o seguinte: "... conjunto de medidas, visando a preservar ou modificar as condições do meio com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde". Essa definição pode ser considerada física, material, já que na sua expressão não leva em consideração valores humanos.

Para a “International Foundation”, saneamento é o modo de vida, é a qualidade de viver, expressa em condições de salubridade, com casa limpa, comércio e indústria limpos, fazendas limpas. Sendo um modo de vida, deve vir do povo, ser alimentado pelo saber e crescer como um ideal e uma obrigação nas relações humanas.

#### **2.4.2 Estudos preliminares para projetos**

De acordo com Bassani (2005), a primeira etapa de um projeto corresponde aos estudos preliminares. Esses compreendem a caracterização global do sistema a ser projetado, incluindo a avaliação quantitativa dos esgotos a contribuir à futura estação, bem como a análise técnico-econômica dos diversos processos e sistemas de tratamento possíveis de aplicação.

Esta etapa é de grande importância, considerando que a opção a ser adotada será fruto de todas as considerações e estudos efetuados nesta fase. Assim sendo, devem ser concentrados esforços no sentido de se obterem os dados e de se extraírem as conclusões buscando sempre a maior precisão e confiabilidade possíveis, visto que o sucesso técnico e a viabilidade econômica da alternativa eleita dependem em grande parte dessa análise inicial.

Existem alguns elementos indispensáveis que devem compor os estudos preliminares de um projeto sanitário. Para um projeto de estação de tratamento de esgoto, se fazem necessários alguns elementos e fases que serão descritos a seguir, segundo Von Sperling (1996).

Os elementos que devem compor o estudo preliminar são:

- a) Caracterização quantitativa dos esgotos afluentes à ETE
  - Estimativa da vazão doméstica
  - Estimativa da vazão de infiltração
  - Estimativa da vazão industrial

A utilização da projeção populacional na elaboração de projetos de saneamento básico: estudo de caso, Ijuí, RS

- b) Caracterização quantitativa dos esgotos afluentes à ETE
  - Esgotos domésticos
  - Despejos industriais
  
- c) Requisitos de qualidade do efluente e nível de tratamento desejado
  
- d) Estudos populacionais
  
- e) Determinação do período de projeto e das etapas de implantação
  
- f) Estudo técnico das diversas alternativas de tratamento possíveis de aplicação na situação em análise
  
- g) Pré-dimensionamento das alternativas mais promissoras do ponto de vista técnico
  
- h) Avaliação econômica das alternativas pré-dimensionadas
  
- i) Seleção da alternativa a ser adotada com base em análise técnica e econômica.

### **2.4.3 Definição de projeto**

De acordo com Holanda (1969), existem diversos pontos de vista que definem a questão “projeto”. Entre elas, as principais são:

- Do interesse social, sendo um conjunto de informações criteriosas, que são utilizadas visando permitir uma estimativa de custos e benefícios sociais de determinado investimento;
- Do interesse privado, sendo uma ferramenta que fornece informações referentes à utilização de seus recursos, tanto financeiros como relacionados à capacidade empresarial, diante de diversas possibilidades de investimento;



- Do interesse governamental, sendo uma ferramenta que visa minimizar efeitos de comportamentos arbitrários dentro das diversas esferas de governo, substituindo os mesmos por decisões técnicas e, por consequência, garantir padrões de eficiência e fortalecer o grau de confiança das instituições públicas.

No caso de um projeto sanitário, o mesmo deve ser analisado sob os três pontos de vista anteriormente citados, acrescidos de análises dos aspectos: econômico, técnico, financeiro, administrativo e legal.

#### **2.4.4 Horizontes de projeto**

Para Puppi (1981), a importância da projeção populacional é relacionada ao controle da amortização dos recursos investidos. O período de previsão é, em geral, fixado conforme a Quadro 3:

Quadro 3 - Tempos de alcance de projetos do sistema sanitário

ELEMENTOS	TEMPOS
Tomadas de água	25-50
Barragens e túneis	30-60
Poços	10-25
Elevatórias	15-25
Equipamentos de recalque	10-20
Aduoras	20-30
Floculadores	20-30
Decantadores	10-20
Reservatórios de distribuição de concreto	30-40
Reservatórios de distribuição de aço	20-30
Canalização de rede de distribuição	20-30
Filtros	20-30
Dosadores	10-20

A utilização da projeção populacional na elaboração de projetos de saneamento básico: estudo de caso, Ijuí, RS

#### **2.4.5. População da área de projeto**

Para Tsutiya (2000) o estudo da projeção populacional dos municípios e distritos, com fins de projeto de sistemas de abastecimento de água e de esgotos sanitários, deve levar em conta os seguintes aspectos:

- Qualidade das informações que servirão de base para a projeção populacional;
- Efeito do tamanho da área, pois em geral, para áreas pequenas os erros esperados numa projeção populacional são maiores;
- Período de tempo alcançado pela projeção, quanto mais longo, maiores serão os erros esperados;
- Compatibilização das diversas projeções realizadas, para diferentes níveis geográficos.

Para o mesmo autor, a evolução do crescimento populacional das áreas urbanas deve ser analisada de forma complementar e harmônica ao estudo de uso e ocupação do solo, considerando o município como um todo. Se o município for composto por mais de um distrito, deve-se estudar e projetar a participação de cada distrito na população total do município.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 CLASSIFICAÇÃO DO ESTUDO**

O estudo teve o propósito de investigar e analisar métodos de projeção populacional em áreas de atuação da engenharia civil, em especial na de saneamento básico. Realizou-se um estudo de caso na cidade de Ijuí/RS.

A pesquisa é classificada como bibliográfica e quantitativa, pois, primeiramente realizou-se um estudo da aplicabilidade da projeção populacional na engenharia civil e posteriormente apresentou-se os diversos métodos matemáticos utilizados para projeto de saneamento básico. Na seqüência com a utilização dos dados censitários, foram aplicados os mesmos métodos matemáticos para a cidade de Ijuí/RS.

#### **3.2 LOCAL DO TRABALHO**

O trabalho foi realizado em Ijuí situado na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, distando da capital aproximadamente 400 Km, e que pode ser visualizado na (Figura 6).

Ocupando uma área territorial de 908 Km<sup>2</sup>, a colônia de Ijuí foi instalada oficialmente no dia 19 de Outubro de 1890, com a chegada dos imigrantes alemães. A partir de então, esta terra acolheu pessoas das mais diferentes origens, dentre as quais; afro-brasileiros, portugueses, italianos, alemães, poloneses, austríacos, letos, holandeses, espanhóis, suecos, russos, árabes, e outros que aqui fixaram residência e contribuíram de forma significativa para a construção do município de Ijuí.

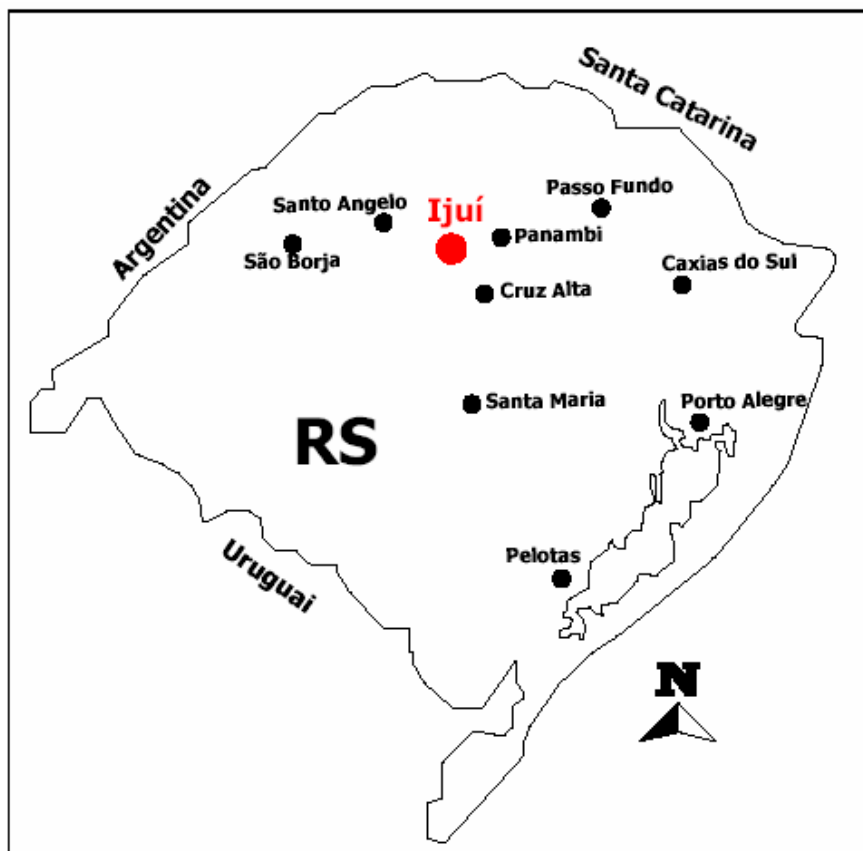


Figura 6 - Localização do Município de Ijuí no RS

### **3.2.1 Evolução demográfica de Ijuí**

#### **3.2.1.1 Dinâmica do crescimento populacional**

Segundo os dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 200), o município de Ijuí apresentou no período de 1920 –2000, um acréscimo em sua população correspondente a 47.275 habitantes passando de 28.300 habitantes em 1920 para 78.461 habitantes no ano de 2000. A Tabela 1 mostra tais informações.

De acordo com o Planejamento Estratégico (Município de Ijuí, 2004), o crescimento populacional durante todo o período destacado manteve-se em percentuais positivos, embora com índices diferenciados, com exceção do período

60-70 em que é possível se verificar uma queda populacional em função dos desmembramentos de Catuípe (em 1961) e Augusto Pestana e Ajuricaba (em 1965).

Em 1992 ocorreu a perda populacional pela emancipação do distrito de Coronel Barros, porém isso não refletiu-se em índices negativos na variação total do período de 1991-2000.

Tabela 1 - População de Ijuí 1920/200

Ano	Total		Urbano		Rural	
	Habitantes	%	Habitantes	%	Habitantes	%
1920	28.300	100,00	1.800	6,36	26.500	93,64
1940	42.934	100,00	6.111	14,23	36.823	85,77
1950	49.509	100,00	9.472	19,13	40.037	80,87
1960	63.350	100,00	21.399	33,78	41.951	66,22
1970	52.738	100,00	31.768	60,24	20.970	39,76
1980	70.932	100,00	53.958	76,07	16.974	23,93
1991	75.157	100,00	60.859	80,98	14.298	19,02
1996	75.575	100,00	63.849	84,48	11.726	15,52
2000	78461	100,00	67 397	85,90	11 064	10,14

Fonte: IBGE (2000)

Analisando-se os diferentes períodos intercensais, observa-se um comportamento diferenciado das taxas de crescimento (Tabela 2). No período 1950/60, a taxa de crescimento populacional chega ao seu patamar mais alto, atingindo 34,50%, o que significa um aumento real de 18.194 habitantes, compensando a década anterior pelas emancipações. No período 1920/1940, de 20 anos, constata-se um aumento de 51,71%, em números absolutos de 14.634 habitantes (conforme Planejamento Estratégico, Município de Ijuí, 2004).

Tabela 2 - Taxas intercensais percentuais de crescimento da população 1920/2000

Ano	Urbano	Rural	Total
1920/1940	239,50	38,95	51,71
1940/1950	55,00	8,73	15,31
1950/1960	125,92	4,38	27,96
1960/1970	48,46	-50,01	-16,75
1970/1980	69,85	-19,09	34,50
1980/1991	12,79	-15,77	5,96
1991/1996	4,91	-17,92	0,56
1996/2000	5,56	-5,65	3,82

Fonte Planejamento Estratégico do município de Ijuí (2004)

Conforme se afirmou anteriormente, o período de 1991/1996 demonstrou uma variação positiva de 0,56%, seguramente em função da perda populacional da emancipação de Coronel Barros, que, se desconsiderada, implicaria um crescimento da população em pouco mais de 3%. Já no período compreendido entre 1996 e 2000, ocorreu um acréscimo de população da ordem de 3,82% (conforme Planejamento Estratégico do Município de Ijuí, 2004).

Este aspecto conduz a um crescimento próximo do período anterior, assim, pode-se concluir que o crescimento populacional de Ijuí desacelera-se a partir dos anos 80, quando obtém os menores índices de elevação de todo o período destacado.

### 3.2.1.2 Densidade demográfica

O parâmetro densidade demográfica, relacionando a população total residente no município com a área territorial é indicativo da distribuição espacial média dos efetivos demográficos no município.

No município de Ijuí, a densidade demográfica alcançou 83,23 hab./km<sup>2</sup>, 2,45 vezes superior á densidade demográfica média do Estado que é de 33,93 hab./km<sup>2</sup>, e 2,37 vezes superior à densidade demográfica média da Microrregião Geográfica de Ijuí, que é de 34,71 hab./km<sup>2</sup>. No ano de 2000, a densidade demográfica alcançou 117,67 hab./km<sup>2</sup>.

### 3.3 PLANO DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados para a realização deste estudo comportou um conjunto de atividades que serão descritas a seguir:

#### **3.3.1 Coleta dos censos populacionais**

Realizou-se uma pesquisa no site do IBGE (<http://www.ibge.gov.br/home>) para a obtenção do histórico dos censos populacionais já realizados por esse instituto no município de Ijuí-RS. Gerou-se uma tabela com todos os dados existentes que pode ser visualizada no Anexo

Além disso, contatou-se com a funcionária responsável pelo IBGE de Ijuí, para obter informações sobre a perspectiva em relação à projeção populacional do município e sobre quais os fatores que levam o município aumentar ou diminuir sua população.

#### **3.3.2 Coleta de números atuais de ligações de luz**

Coletaram-se dados atuais do número de ligações de luz do município de Ijuí, no Departamento municipal de Energia de Ijuí/RS – DEMEI, os dados obtidos podem ser visualizados na Tabela 3.

Tabela 3 - Número de consumidores por classe do DEMEI e Ceriluz – Faturamento do mês de setembro/2007

Locais	DEMEI	CERILUZ
Residencial	22.494	930
Industrial	134	93
Comerciais	2.547	519
Poder Público	137	141
Iluminação pública	-	25
Serviço público	-	7
Rural	-	10.309
Outros	19	-

Fonte: DEMEI -Departamento Municipal de Energia de Ijuí e CERILUZ-Cooperativa Regional de Energia e Desenvolvimento Ijuí Ltda.

### 3.3.3 Coleta de números atuais de ligações de água

Coletou-se dados atuais do número de ligações de água na Companhia Riograndense de Saneamento da Região das Missões - SURMIS - CORSAN do município de Ijuí. Os dados obtidos podem ser visualizados na Tabela 4.

Tabela 4 - Sistema de abastecimento de água – Unidade de Saneamento de Ijuí. Companhia Riograndense de Saneamento da região das Missões - SURMIS – CORSAN- setembro/2007

	n
Ligações de água	20.978
Nº de economias	26.543
Nº de ligações residenciais	23.595
Nº de ligações comerciais	2.742
Nº de ligações industriais	68
Nº de ligações em construções	23
Nº de ligações públicas	115

Fonte: Unidade de Saneamento de Ijuí –CORSAN

## 3.4 SELEÇÃO DOS MÉTODOS DE PROJEÇÃO POPULACIONAL PARA APLICAÇÃO EM PROJETO DE SANEAMENTO BÁSICO PARA A CIDADE IJUÍ-RS

Os métodos aplicados para a projeção populacional para fins de projeto de saneamento básico foram os métodos matemáticos, são eles:



- Método aritmético;
- Método geométrico;
- Método decrescente de crescimento;
- Método logístico;
- Método de regressão.

Todos estes métodos utilizaram os procedimentos já expostos no referencial teórico presente no Capítulo 2 deste trabalho.

Na aplicação dos métodos foi realizada uma projeção para 30 anos, valor exigido pela CORSAN. Normalmente projeta-se um valor maior que o exigido pois deve-se levar em consideração o tempo para aprovação do mesmo.

### 3.5 MÉTODOS ESTATÍSTICOS

Os testes estatísticos e os modelos foram gerados com o auxílio do software estatístico SPSS/7.5 e Microsoft Excel 2003. Os resultados são apresentados em forma de gráficos e tabelas, sendo que estes representam de maneira mais clara os resultados obtidos. Conforme Barbeta (1994), os gráficos permitem a representação de uma relação entre variáveis e facilitam o entendimento dos dados, desde que apresentados de forma clara e objetiva. Eles têm o poder de ampliar a capacidade de compreensão dos fenômenos que estão sendo estudados além de repassar as informações instantaneamente. Pode-se dizer que uma representação gráfica é uma forma mais clara e objetiva de tornar as informações mais explícitas e de forma auto-explicativa e de fácil compreensão.

Para a análise do comportamento dos modelos em relação aos dados reais foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson para verificar o grau de associação e a análise de variância (ANOVA) e o teste Tukey para a comparação de médias.

Segundo Triola (1999), a correlação de Pearson é uma medida estatística que determina o grau de associação entre duas séries de dados, ou seja, existe uma

correlação entre duas variáveis quando uma delas está, de alguma forma, relacionada com a outra. Para o mesmo autor, a análise de variância *One-Way* (ANOVA) compara a média de vários grupos simultaneamente, sendo que a mesma testa as seguintes hipóteses:

$H_0 \rightarrow$  Todas as médias dos grupos são iguais

$H_1 \rightarrow$  A média de ao menos um grupo difere das demais

O teste Tukey é aplicado após o ANOVA, quando constatado que existe diferença entre as médias. Este calcula a diferença mínima significativa necessária para que as médias possam ser consideradas significativamente diferentes. No entanto, este teste não permite comparações diversas, mas apenas comparações aos pares. Neste caso, a média de qualquer grupo pode ser comparada à média de qualquer outro grupo.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O Rio Grande do Sul e, conseqüentemente a cidade de Ijuí vêm passando por transformações demográficas significativas, com impactos crescentes sobre todas as demandas sociais. Essas transformações podem ser atribuídas a diversos fatores. A queda da fecundidade é um deles, tendo ocorrido por conta de mudanças de âmbito sócio-culturais, bem como pelo surgimento de métodos contraceptivos nas últimas décadas. A presença de uma instituição de ensino superior no município (UNIJUÍ) associada às oportunidades de emprego locais podem ser considerados os principais contribuintes para a ocorrência do fluxo migratório na cidade de Ijuí. A longevidade da população vem aumentando acentuadamente nos últimos tempos, e esse fator pode ser associado às melhorias na qualidade de vida e investimentos no setor da saúde pública, sendo este, também, um contribuinte para as transformações demográficas.

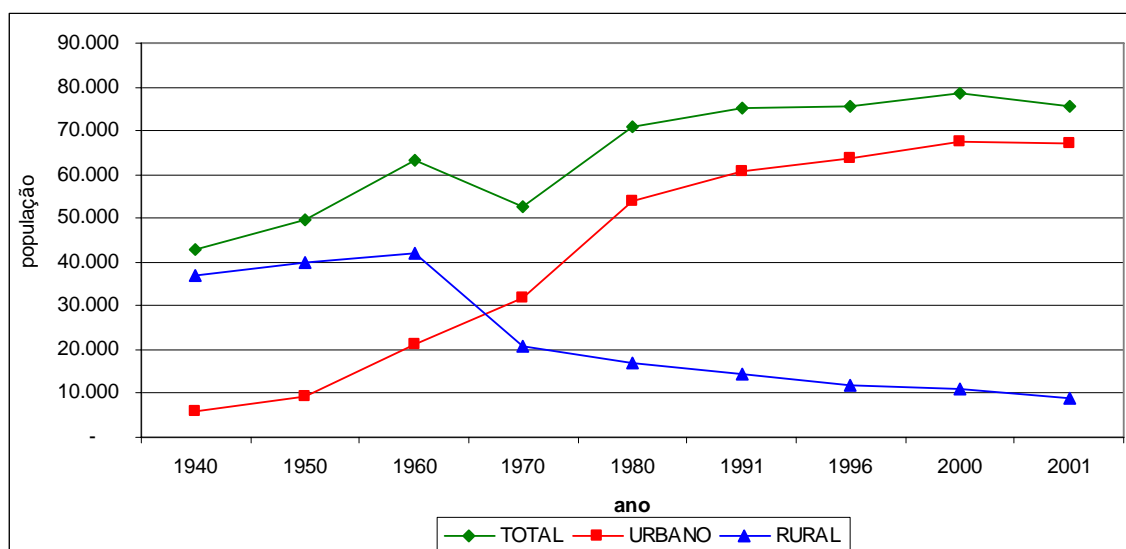


Figura 7 - População de Ijuí segundo os censos (IBGE) de 1940 à 2000

\*2001 Estimativa do IBGE

Observando-se a Figura 7 nota-se que existe um constante aumento da população urbana, ocasionado, principalmente, pelo fluxo migratório no sentido rural-urbano. No fim da década de 60 é quando ocorre a equivalência do número de

habitantes nos dois meios, mantendo-se a tendência de fluxo, porém, com menor intensidade.

Os motivos de tal ocorrência, segundo Evangelista e Carvalho (2001), são que existiria, no meio rural, um contingente de pessoas cujo trabalho não agrega à produção (tecnicamente, constituiriam uma mão-de-obra redundante, ou seja, pessoas cuja produtividade marginal é nula ou quase nula). Essas pessoas, por conta disso, são muito mal remuneradas, sendo esta remuneração, próxima do nível de subsistência (apenas o necessário para continuarem vivendo), muitas vezes inconstante ou sazonal. Como no meio urbano existe a oportunidade de receber um salário maior e mais constante, elas acabam sendo facilmente atraídas e, conseqüentemente, deslocadas, sem que a produção agrícola sofresse qualquer prejuízo.

Esse crescente aumento da população urbana implica em demandas no sentido de organizar a infra-estrutura da cidade. Para tanto, faz-se necessário um planejamento em nível municipal, incluindo o setor de saneamento básico. Para este planejamento, torna-se indispensável a utilização de informações sócio-demográficas, para que possa ser realizada a projeção populacional.

Para tanto, neste estudo, são aplicados os métodos matemáticos mais difundidos na literatura referentes à previsão populacional para projeto de saneamento básico, usando como base diferentes censos do IBGE.

Quando a base utilizada para a projeção da população foi a dos anos de 1991, 1996 e 2001 (Previsão do IBGE) podem-se observar os resultados na Tabela 5. Esta tabela permite visualizar os resultados gerados pelos procedimentos metodológicos aplicados em conjunto para os decênios 2010, 2020, 2030 e 2040.

No método de regressão foi estimado o modelo  $y = 614,5x - 1E+06$  observando que a correlação entre os dados é significativa com  $R^2 = 0,9998$  (ver Figura 8).

Os modelos produziram resultados com taxas de crescimento populacionais anuais entre 0,68% (método aritmético e de regressão) e 1,03% (método logístico).

Tabela 5 - Comparação entre as projeções populacionais (base de dados do IBGE da população de 1991,1996 e 2001 (DTM)) segundo cada um dos métodos-Ijuí-2002 a 2040

Previsão	Métodos									
Ano	Aritmético		Geométrico		Decrescente de crescimento		Logístico		Regressão	
	Pop.	Taxa Cresc.	Pop.	Taxa Cresc.	Pop.	Taxa Cresc.	Pop.	Taxa Cresc.	Pop.	Taxa Cresc.
2001	67004		67004		67004		67004		66977	
2002	67619	0,92	67652	0,97	67622	0,92	67656	0,97	67591	0,92
2003	68233	0,91	68306	0,97	68241	0,92	68315	0,97	68206	0,91
2004	68848	0,90	68966	0,97	68861	0,91	68981	0,98	68820	0,90
2005	69462	0,89	69632	0,97	69481	0,90	69654	0,98	69435	0,89
2006	70077	0,88	70305	0,97	70102	0,89	70335	0,98	70049	0,89
2007	70691	0,88	70985	0,97	70724	0,89	71023	0,98	70664	0,88
2008	71306	0,87	71671	0,97	71347	0,88	71719	0,98	71278	0,87
2009	71920	0,86	72364	0,97	71970	0,87	72423	0,98	71893	0,86
<b>2010</b>	<b>72535</b>	<b>0,85</b>	<b>73063</b>	<b>0,97</b>	<b>72594</b>	<b>0,87</b>	<b>73134</b>	<b>0,98</b>	<b>72507</b>	<b>0,85</b>
2011	73149	0,85	73769	0,97	73218	0,86	73854	0,98	73122	0,85
2012	73764	0,84	74482	0,97	73844	0,85	74581	0,98	73736	0,84
2013	74378	0,83	75202	0,97	74470	0,85	75317	0,99	74351	0,83
2014	74993	0,83	75929	0,97	75096	0,84	76060	0,99	74965	0,83
2015	75607	0,82	76663	0,97	75724	0,84	76813	0,99	75580	0,82
2016	76222	0,81	77404	0,97	76352	0,83	77573	0,99	76194	0,81
2017	76836	0,81	78152	0,97	76981	0,82	78342	0,99	76809	0,81
2018	77451	0,80	78908	0,97	77610	0,82	79120	0,99	77423	0,80
2019	78065	0,79	79670	0,97	78241	0,81	79907	0,99	78038	0,79
<b>2020</b>	<b>78680</b>	<b>0,79</b>	<b>80441</b>	<b>0,97</b>	<b>78871</b>	<b>0,81</b>	<b>80703</b>	<b>1,00</b>	<b>78652</b>	<b>0,79</b>
2021	79294	0,78	81218	0,97	79503	0,80	81508	1,00	79267	0,78
2022	79909	0,77	82003	0,97	80135	0,80	82321	1,00	79881	0,78
2023	80523	0,77	82796	0,97	80769	0,79	83145	1,00	80496	0,77
2024	81138	0,76	83596	0,97	81402	0,78	83977	1,00	81110	0,76
2025	81752	0,76	84404	0,97	82037	0,78	84820	1,00	81725	0,76
2026	82367	0,75	85220	0,97	82672	0,77	85672	1,00	82339	0,75
2027	82981	0,75	86044	0,97	83308	0,77	86534	1,01	82954	0,75
2028	83596	0,74	86875	0,97	83945	0,76	87406	1,01	83568	0,74
2029	84210	0,74	87715	0,97	84582	0,76	88288	1,01	84183	0,74
<b>2030</b>	<b>84825</b>	<b>0,73</b>	<b>88563</b>	<b>0,97</b>	<b>85220</b>	<b>0,75</b>	<b>89180</b>	<b>1,01</b>	<b>84797</b>	<b>0,73</b>
2031	85439	0,72	89419	0,97	85859	0,75	90083	1,01	85412	0,72
2032	86054	0,72	90283	0,97	86498	0,74	90996	1,01	86026	0,72
2033	86668	0,71	91156	0,97	87139	0,74	91920	1,02	86641	0,71
2034	87283	0,71	92037	0,97	87779	0,74	92855	1,02	87255	0,71
2035	87897	0,70	92926	0,97	88421	0,73	93801	1,02	87870	0,70
2036	88512	0,70	93825	0,97	89064	0,73	94759	1,02	88484	0,70
2037	89126	0,69	94731	0,97	89707	0,72	95728	1,02	89099	0,69
2038	89741	0,69	95647	0,97	90350	0,72	96708	1,02	89713	0,69
2039	90355	0,68	96572	0,97	90995	0,71	97700	1,03	90328	0,68
<b>2040</b>	<b>90970</b>	<b>0,68</b>	<b>97505</b>	<b>0,97</b>	<b>91640</b>	<b>0,71</b>	<b>98704</b>	<b>1,03</b>	<b>90942</b>	<b>0,68</b>

A utilização da projeção populacional na elaboração de projetos de saneamento básico: estudo de caso, Ijuí, RS

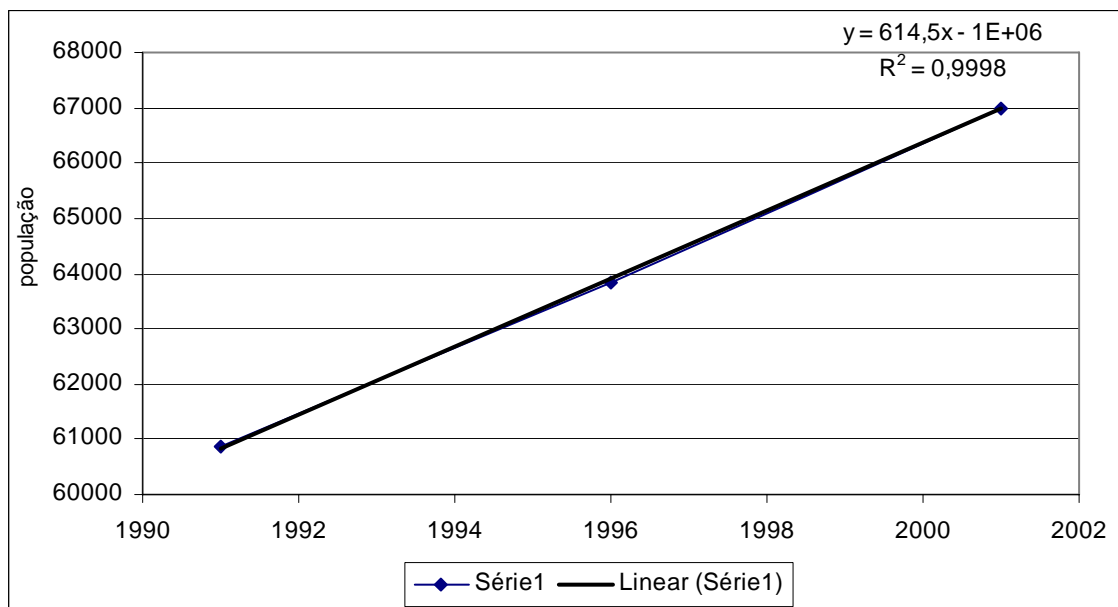


Figura 8 - Modelo do método de regressão para a projeção populacional (base dados do IBGE da população de 1991,1996 e 2001)

Quando representados graficamente os resultados da execução dos métodos de projeção populacional com base nos anos de 1991, 1996 e 2001 observa-se uma semelhança entre os resultados do método geométrico e logístico e entre os métodos decrescente de crescimento, de regressão e aritmético. Isso pode ser observado na Figura 9.

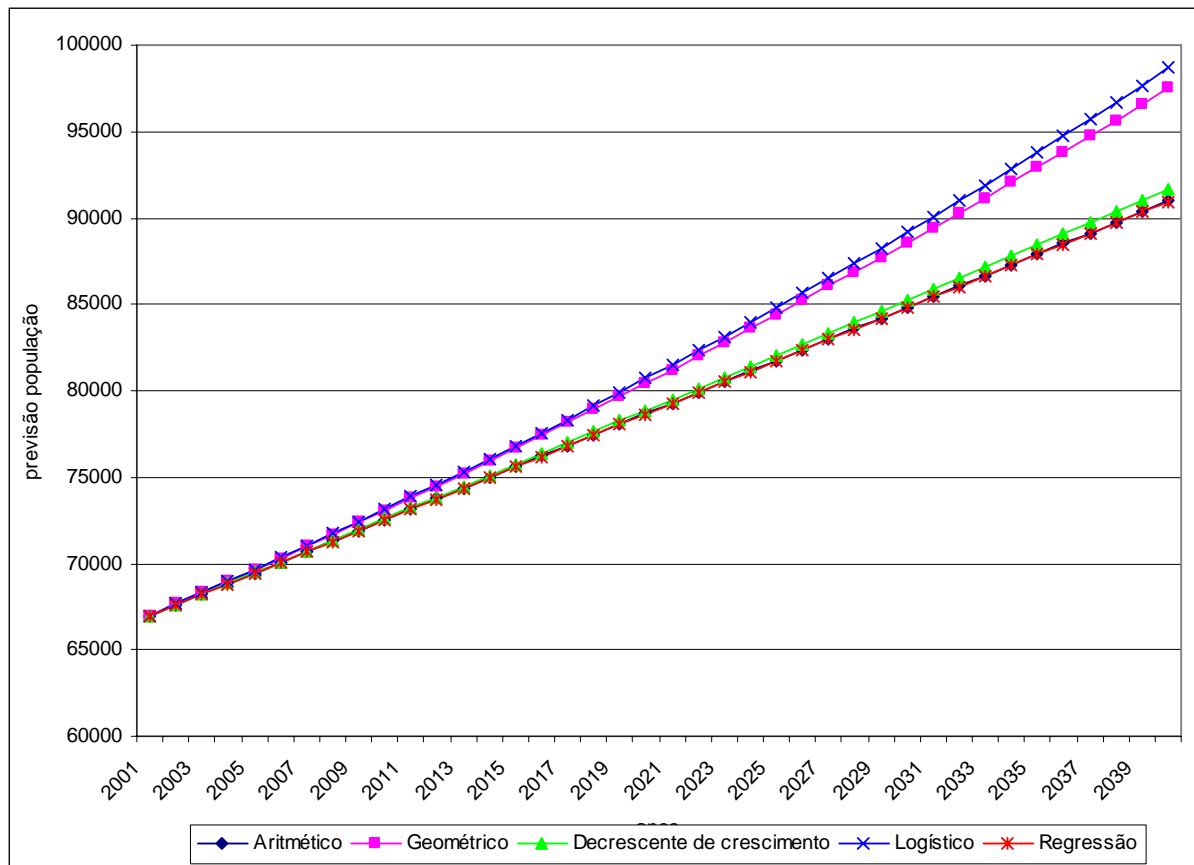


Figura 9 - Representação gráfica dos métodos para as projeções populacionais (base dados do IBGE da população de 1991, 1996 e 2001) segundo cada um dos métodos-Ijuí-2002 a 2040

Aplicando novamente os métodos para anos anteriores tendo como base 1970, 1980 e 1990, pode-se observar os resultados na Tabela 6 com previsões para 40 anos.

No método de regressão foi estimado o modelo  $y = 1383,4x - 3E+06$  observando que a correlação entre os dados é significativa com  $R^2 = 0,8916$

Tabela 6 - Comparação entre as projeções populacionais (base de dados do IBGE da população de 1970,1980 e 1990) segundo cada um dos métodos-ljuí-1991 a 2030

Previsão	Métodos									
	Aritmético		Geométrico		Decrescente de Crescimento		Logístico		Regressão	
	Pop.	Taxa Cresc.	Pop.	Taxa Cresc.	Pop.	Taxa Cresc.	Pop.	Taxa Cresc.	Pop.	Taxa Cresc.
1990	59436		59436		59436		59436		59436	
1991	60819	2,33	61327	3,18	59583	0,25	59605	0,28	63 604	7,01
1992	62203	2,27	63278	3,18	59706	0,21	59743	0,23	64 988	2,18
1993	63586	2,22	65292	3,18	59810	0,17	59857	0,19	66 371	2,13
1994	64970	2,18	67369	3,18	59898	0,15	59950	0,16	67 755	2,08
1995	66353	2,13	69513	3,18	59972	0,12	60026	0,13	69 138	2,04
1996	67736	2,08	71724	3,18	60034	0,10	60088	0,10	70 521	2,00
1997	69120	2,04	74007	3,18	60087	0,09	60139	0,08	71 905	1,96
1998	70503	2,00	76361	3,18	60131	0,07	60181	0,07	73 288	1,92
1999	71887	1,96	78791	3,18	60168	0,06	60215	0,06	74 672	1,89
2000	73270	1,92	81298	3,18	60199	0,05	60243	0,05	76 055	1,85
2001	74653	1,89	83885	3,18	60226	0,04	60266	0,04	77 438	1,82
2002	76037	1,85	86554	3,18	60248	0,04	60284	0,03	78 822	1,79
2003	77420	1,82	89308	3,18	60267	0,03	60300	0,03	80 205	1,76
2004	78804	1,79	92149	3,18	60283	0,03	60312	0,02	81 589	1,72
2005	80187	1,76	95081	3,18	60296	0,02	60322	0,02	82 972	1,70
2006	81570	1,73	98106	3,18	60307	0,02	60331	0,01	84 355	1,67
2007	82954	1,70	101228	3,18	60317	0,02	60337	0,01	85 739	1,64
2008	84337	1,67	104449	3,18	60325	0,01	60343	0,01	87 122	1,61
2009	85721	1,64	107772	3,18	60332	0,01	60347	0,01	88 506	1,59
2010	87104	1,61	111201	3,18	60337	0,01	60351	0,01	89 889	1,56
2011	88487	1,59	114739	3,18	60342	0,01	60354	0,01	91 272	1,54
2012	89871	1,56	118390	3,18	60346	0,01	60357	0,00	92 656	1,52
2013	91254	1,54	122157	3,18	60349	0,01	60359	0,00	94 039	1,49
2014	92638	1,52	126044	3,18	60352	0,00	60360	0,00	95 423	1,47
2015	94021	1,49	130054	3,18	60355	0,00	60362	0,00	96 806	1,45
2016	95404	1,47	134192	3,18	60357	0,00	60363	0,00	98 189	1,43
2017	96788	1,45	138462	3,18	60358	0,00	60364	0,00	99 573	1,41
2018	98171	1,43	142867	3,18	60360	0,00	60364	0,00	100 956	1,39
2019	99555	1,41	147413	3,18	60361	0,00	60365	0,00	102 340	1,37
2020	100938	1,39	152103	3,18	60362	0,00	60365	0,00	103 723	1,35
2021	102321	1,37	156943	3,18	60363	0,00	60366	0,00	105 106	1,33
2022	103705	1,35	161937	3,18	60364	0,00	60366	0,00	106 490	1,32
2023	105088	1,33	167089	3,18	60364	0,00	60366	0,00	107 873	1,30
2024	106472	1,32	172405	3,18	60365	0,00	60367	0,00	109 257	1,28
2025	107855	1,30	177891	3,18	60365	0,00	60367	0,00	110 640	1,27
2026	109238	1,28	183551	3,18	60366	0,00	60367	0,00	112 023	1,25
2027	110622	1,27	189391	3,18	60366	0,00	60367	0,00	113 407	1,23
2028	112005	1,25	195417	3,18	60366	0,00	60367	0,00	114 790	1,22
2029	113389	1,24	201635	3,18	60366	0,00	60367	0,00	116 174	1,21
2030	114772	1,22	208051	3,18	60367	0,00	60367	0,00	117 557	1,19



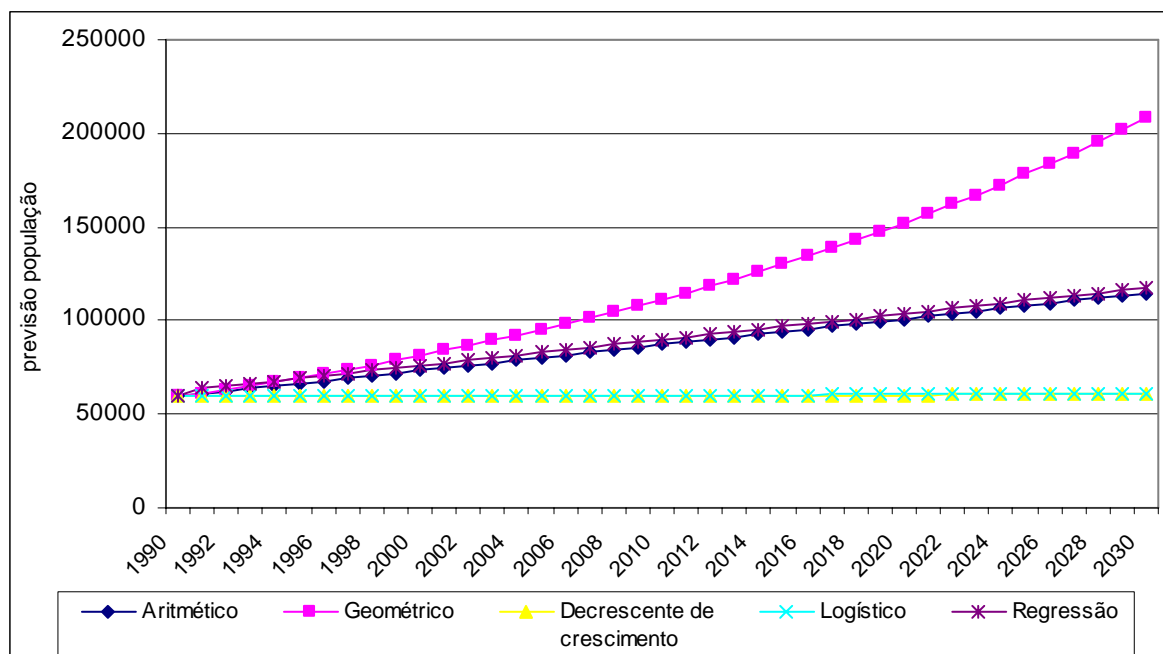


Figura 10 - Representação gráfica dos métodos para as projeções populacionais (base dados do IBGE da população de 1970,1980 e 1990) segundo cada um dos métodos-Ijuí-1990 a 2030

Quando observado graficamente o comportamento da previsão dos modelos, nesta simulação pode-se observar que os métodos de regressão e aritméticos novamente tiveram um comportamento semelhante. Os demais nesta projeção tem comportamentos desiguais ao anterior.

Tabela 7 - Comparação dos dados reais e as projeções populacionais (base dados do IBGE da população de 1970,1980 e 1990) segundo cada um dos métodos-Ijuí-1991 a 2030

Ano	População	Métodos				
	Real	Aritmético	Geométrico	Decrescente de crescimento	Logístico	Regressão
1991	60859	60819	61327	59583	59605	63 604
1996	63849	67736	71724	60034	60088	70 521
2000	67 397	73270	81298	60199	60243	76 055
2001	67004	74653	83885	60226	60266	77 438

Fonte: IBGE

A utilização da projeção populacional na elaboração de projetos de saneamento básico: estudo de caso, Ijuí, RS

Nesta simulação que teve como base os dados do IBGE da população de 1970,1980 e 1990, comparando os resultados da população dos anos já divulgados pelo mesmo observou-se visualmente (Figura 11) que o mais próximo foi o aritmético e sequencialmente o logístico e o decrescente de crescimento, um para mais e os outros dois para menos.

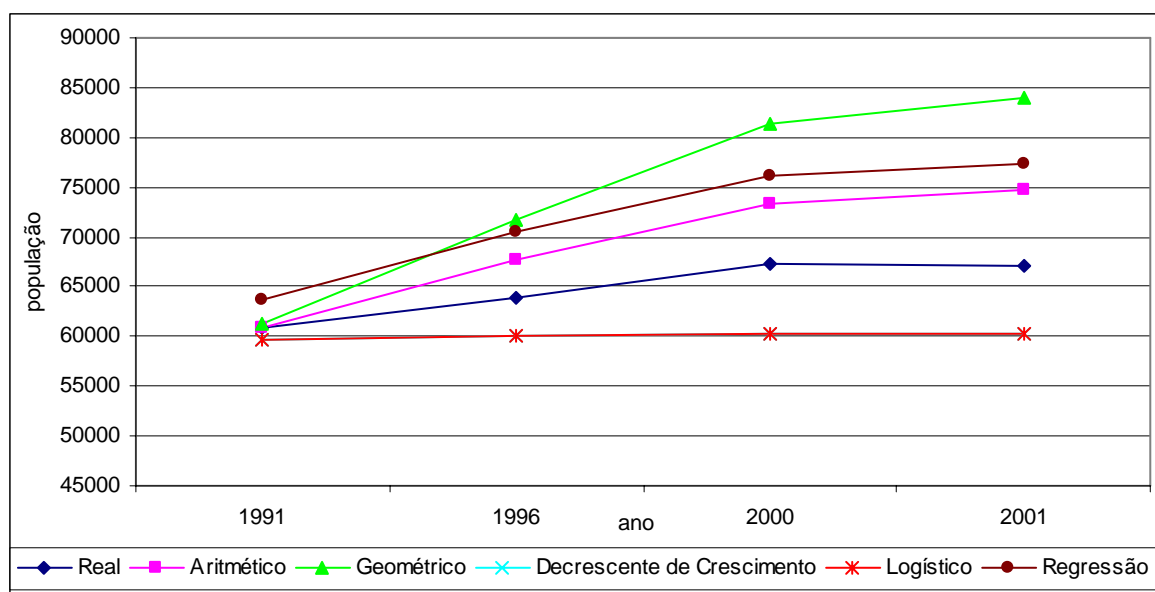


Figura 11 - Dados reais e as projeções populacionais (base dados do IBGE da população de 1970,1980 e 1990) segundo cada um dos métodos-ljuí-2002 a 2040

Para ter subsídios para a comparação foi realizada a análise de correlação entre as populações reais e as simuladas nos diversos métodos, observando-se que existe correlação significativa entre o real e o previsto. Os que tiveram um coeficiente maior foram os métodos aritmético, geométrico e o de regressão (Tabela 8).

Tabela 8 - Correlação entre a população real e os métodos estudados

	<i>Real</i>	Significância
Aritmético	0,9883	0,0001
Geométrico	0,9877	0,0001
Decrescente de Crescimento	0,9632	0,0001
Logístico	0,9561	0,0001
Regressão	0,9883	0,0001

Correlação altamente significativa se  $p < 0,01$

Foi verificado, também, se existe diferença entre as médias das populações dos diferentes métodos e a real através da análise de variância (ANOVA), constatando que existe diferença significativa entre elas ao nível de significância de 1%, conforme Tabela 9, abaixo:

Tabela 9 - ANOVA conforme as populações obtidas nos diferentes métodos e a real (1991,1996,2000,2001)

	Soma dos quadrados	gl	Media quadratica	F	Sig.
Entre os grupos	7,49E+08	5	1,5E+08	4,640165	0,006771
Dentre dos grupos	5,81E+08	18	32300735		
Total	1,33E+09	23			

Fonte: SPSS

A seguir, foi realizado o teste Tukey verificando quais dos pares de média são estatisticamente diferentes (ver Tabela 10) constatando que existe diferença significativa entre a média da população real e o método geométrico. Esta constatação forneceu subsídios para afirmar que o método que teve um comportamento diferente foi o geométrico, mesmo que a correlação foi significativa.

Cabe salientar que também através do teste Tukey verificou-se diferença significativa entre as médias dos métodos: geométrico com o decrescente de crescimento e logístico; de regressão com o decrescente de crescimento e logístico.

Tabela 10 - Teste Tukey entre a população real e as projetadas nos diferentes métodos estudados

	<i>Diferença entre as médias</i>	Significância
Aritmético	-4342,25	0,883
Geométrico	-9781,25*	0,104
Decrescente de crescimento	4766,75	0,838
Logístico	4726,75	0,842
Regressão	-7127,25	0,505

\* Existe diferença significativa ao nível de significância de 0,10.

Conclui-se, frente às análises (gráficos e testes estatísticos) que o método aritmético, o de regressão, logístico e decrescente de crescimento são confiáveis,

A utilização da projeção populacional na elaboração de projetos de saneamento básico: estudo de caso, Ijuí, RS

descartando-se a opção pelo método geométrico, que apresentou diferença significativa ao nível de significância de 0,10.

Neste caso, outras variáveis que interagem na cidade devem ser levadas em consideração (algumas não quantificáveis), tornando a análise bastante complexa, deixando dúvidas em relação à qual seria a melhor escolha. Sendo assim, o bom senso do analista na análise das variáveis sintomáticas e na definição do método adequado de projeção é de grande importância, pois exige cautela e percepção.

Em função do exposto acima e da pouca experiência nesta área, torna-se complicada a opção adequada do método ideal para a projeção da cidade em estudo, além disso, quanto maior o número de anos projetados e menor a área em estudo, maior a margem de erro na estimativa.

Enfocando a projeção para a cidade de Ijuí/RS, que levou em conta os últimos censos e estes em intervalos de cinco anos conforme a Tabela 6 e a Figura 9, pode-se concluir que os métodos mais pertinentes são o decrescente de crescimento, regressão e aritmético, pois a população em geral não vai aumentar de forma acentuada como demonstram as projeções dos métodos geométrico e logístico (Figura 9) no decorrer dos anos projetados.

Esta afirmação tem como subsídio dados obtidos referentes ao município de Ijuí (variáveis sintomáticas) e as afirmações da responsável técnica do IBGE local, colocando que o número de habitantes, conforme estudos realizados apresentam uma tendência a diminuir, pois as pessoas migram, cada vez mais, para cidades maiores em busca de oportunidades profissionais. Cabe ressaltar, também, que o número de filhos por casal está diminuindo, sendo que a média de pessoas por residência é igual a três, segundo informações do IBGE.

Outra constatação que pode ser feita é que na projeção para 2040 os métodos aritmético, decrescente de crescimento e de regressão apresentam resultados bastante similares, sendo a diferença menor que mil habitantes, conforme a Tabela 11.

Tabela 1 - Projeções populacionais para 2040 (base de dados do IBGE da população de 1991,1996 e 2001 (em habitantes)

Métodos				
Aritmético	Geométrico	Decrescente de crescimento	Logístico	Regressão
90970	97505	91640	98704	90942

Estes fatores, associados ao estudo comparativo, levam a optar pelos métodos decrescente de crescimento, aritmético ou o de regressão, sendo que os mesmos são os que melhor se adaptam à realidade do município em estudo, tornando-se difícil optar por apenas um, já que os mesmos apresentaram um elevado nível de semelhança nos resultados. Para o projeto, se utilizaria qualquer um destes, pois no dimensionamento esta diferença não seria significativa.

A comparação com o projeto da ETE que se encontra atualmente em execução no município de Ijuí não foi possível, por conta da não disponibilidade do mesmo por parte dos órgãos competentes.

## 5 CONCLUSÃO

As projeções demográficas populacionais são ferramentas importantes para o planejamento na construção civil, em especial no saneamento básico, na medida em que o tamanho e a estrutura da população são fundamentais na elaboração do projeto em toda sua especificidade. A elaboração de uma projeção populacional consta em realizar uma análise da demanda futura e, conseqüentemente, a partir deste conhecimento prévio, as ações governamentais poderão proceder no sentido de melhor alocar seus recursos, contribuindo para maior eficácia no planejamento.

Conforme exposto neste estudo, os modelos matemáticos de projeção populacional têm especificidades, oscilando em suas previsões. Na taxa de crescimento calculada anualmente em cada um dos métodos, a menor foi de 0,68 no método aritmético e a maior de 1,03 no logístico. Quando aplicados os diversos métodos com censos anteriores (1970, 80 e 90) e comparando as previsões com dados reais, observou-se por meio da análise da correlação de Pearson, ANOVA e teste de Tukey, que o método que apresentou resultado pouco confiável foi o geométrico.

Conclui-se também que quando utilizada somente a previsão por metodologias de tendência, verifica-se mudanças no movimento populacional, levando em conta os dados censitários, sendo estes, muitas vezes, ineficientes, pois deve-se considerar as variáveis sintomáticas, que, por sua vez, exigem do analista experiência, atenção e percepção. Esta análise mais complexa é justamente a responsável pela escolha dos métodos decrescente de crescimento, regressão e aritmético, que se apresentam bastante similares e que estão relacionados à provável diminuição do crescimento populacional nos próximos anos.

Frente ao exposto, considera-se que os objetivos foram alcançados.

Considera-se de fundamental importância que em estudo futuro seja realizada a projeção populacional para a cidade de Ijuí/RS com métodos que envolvam também as variáveis, como fecundidade, mortalidade, migração, dentre outras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBETTA, Pedro Alberto. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. São Paulo, 1994

BASSANI, Fabrício. **Diagnóstico da situação atual do sistema de esgoto no Campus I da Universidade de Passo Fundo- RS: Parâmetros iniciais para o projeto de uma estação de tratamento compacta**. Dissertação, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2005.

BORGES, A. S. et al. **Projeções populacionais no Brasil: subsídios para seu aprimoramento**. Disponível em:< [www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006\\_901](http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006_901)>. Acesso em: 18 de agosto de 2007

BRASIL. **Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. Coordenação de Saneamento**. Manual de saneamento/ Ministério da Saúde, Fundação Nacional da Saúde, Coordenação de Saneamento – Brasília. Fundação Nacional da Saúde. Departamento de Operações – DEOPE, 1994. 256p.

BRUDEKI, Nelson Martins. **Expansão estrutural como possibilidade de uma universalização dos serviços de água e esgoto no estado do Paraná até 2020**. Dissertação, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Curitiba, 2005.

CODEMI – Conselho de Desenvolvimento do Município de Ijuí. **Planejamento Estratégico do Município de Ijuí**. 2004

Companhia Metropolitana de Transporte Público. Disponível em: <http://www.florianonet.com.br/metro-pi/expansao.htm>. Acesso em: 28 de agosto de 2007

EVANGELISTA, F.R. CARVALHO, J.M. **Algumas considerações sobre o êxodo rural no Nordeste**. 2001

Finamor, J. H. **Saneamento é mais que o básico**. Revista CREA. Set 2007

HOLANDA, N. **Elaboração e Avaliação de Projetos**. RJ. APEC. 1969. p. 17-32/103-108.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home>. Acesso em 20 de agosto de 2007

LEME, F. P. **Engenharia do saneamento ambiental**. Rio de Janeiro. LTC – Livros Técnicos e Científicos. 1982.

JANNUZZI, Paulo Martino. **As novas e velhas demandas por informação estatística**. São Paulo: SÃO PAULO EM PERSPECTIVA, 2005.

MARINHO, D. N. C. & QUIRINO, T. R. Considerações sobre o estudo do futuro. *Sociedade e Estado*, Brasília, 10(1): 13:47, 1995.

TSUTYA, Milton Tomoyuki & SOBRINHO, Pedro Sobrinho. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. - 2.ed.- São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000. 548 p.

TRIOLA, Mario F. **Introdução Estatística**.- 7ed.- LTC, Rio de Janeiro, 1999.

VASQUES, Maria Cristina Siqueira. **Modelos inter-regionais: uma aplicação para projeção populacional**. Monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 1983.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**/ Marcos Von Sperling. - 2.ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 243p.



WALDVOGEL, Bernardete Cunha; Ferreira, Carlos E. C. **Estatísticas da Vida**; Revista: São Paulo em perspectiva, volume 17, n°.3-4; São Paulo; Julho/dezembro. 2003.

VALLADARES, L. & COELHO, M.P. **La investigación urbana em América Latina: tendencias actuales y recomendaciones**. Cadernos IPPUR, Rio de Janeiro, X(1):103-141,1996.

## ANEXO

### Histórico dos censos populacionais de Ijuí realizados pelo IBGE

CODIGO	MUNICIPIO	ANO	CENSO 1940			CENSO 1950			CENSO 1960		
		CRIAÇÃO	TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL	URBANO	RURAL
430990	Ibiraiaras	1965	-	-	-	-	-	-	-	-	-
430995	Ibirapuitã	1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-
431000	Ibirubá	1954	-	-	-	-	-	-	17.179	3.756	13.423
431010	Igrejinha	1964	-	-	-	-	-	-	-	-	-
431020	Ijuí	1912	42.934	6.111	36.823	49.509	9.472	40.037	63.350	21.399	41.951
431030	Ilópolis	1963	-	-	-	-	-	-	-	-	-
431033	Imbé	1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-
431036	Imigrante	1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-
431040	Independência	1965	-	-	-	-	-	-	-	-	-
431041	Inhacorá	1992	-	-	-	-	-	-	-	-	-
431043	Ipê	1987	-	-	-	-	-	-	-	-	-
431046	Ipiranga do Sul	1988	-	-	-	-	-	-	-	-	-

CENSO 1970			CENSO 1980			CENSO 1991		
TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL	URBANO	RURAL
8.495	734	7.761	7.615	1.383	6.232	7806	2296	5510
-	-	-	-	-	-	5897	1556	4341
19.339	6.163	13.176	19.898	10.016	9.882	17816	11702	6114
7.062	2.970	4.092	12.032	8.380	3.652	20514	18997	1517
52.738	31.768	20.970	70.932	53.958	16.974	75157	60859	14298
3.424	716	2.708	3.619	945	2.674	3860	1250	2610
-	-	-	-	-	-	7352	7227	125
-	-	-	-	-	-	3961	1001	2960
9.046	756	8.290	8.317	2.306	6.011	7491	3237	4254
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	5718	1816	3902
-	-	-	-	-	-	2348	566	1782

CONTAGEM 1996			CENSO 2000			CENSO 2000 - DTM 2001		
TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL	URBANO	RURAL	TOTAL	URBANO	RURAL
7283	2622	4661	7 163	3 119	4 044	7 163	3 119	4 044
5306	1755	3551	5 170	1 931	3 239	4 221	1 931	2 290
18478	12840	5638	18 633	13 521	5 112	18 633	13 521	5 112
24503	23116	1387	26 767	25 530	1 237	26 767	25 530	1 237
75575	63849	11726	78 461	67 397	11 064	75 735	67 004	8 731
4092	1520	2572	4 255	1 749	2 506	4 255	1 749	2 506
9510	9358	152	12 242	11 905	337	12 242	11 905	337
3915	1122	2793	3 850	1 235	2 615	2 991	1 235	1 756
7595	3765	3830	7 308	3 987	3 321	7 308	3 987	3 321
2347	1190	1157	2 378	1 277	1 101	2 378	1 277	1 101
5543	2215	3328	5 456	2 363	3 093	5 456	2 363	3 093
2301	654	1647	2 057	593	1 464	2 057	593	1 464