



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**DESENVOLVIMENTO DE INDICADOR DE DESEMPENHO  
HIDROENERGÉTICO EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO  
DE ÁGUA**

**Pedro Augusto Silva Sabino de Farias**

**João Pessoa**  
**2017**

**PEDRO AUGUSTO SILVA SABINO DE FARIAS**

**DESENVOLVIMENTO DE INDICADOR DE DESEMPENHO  
HIDROENERGÉTICO EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO  
DE ÁGUA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de Mestre. Área de concentração: Engenharia Civil e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Heber Pimentel Gomes

**João Pessoa  
2017**

*Catálogo na publicação*  
*Setor de Catalogação e Classificação*

F224d Farias, Pedro Augusto Silva Sabino de.  
Desenvolvimento de indicador de desempenho hidroenergético em redes de  
distribuição de água / Pedro Augusto Silva Sabino de Farias. — João Pessoa,  
2017.

131 f. : il.

Orientador: Heber Pimentel Gomes.

Dissertação (Mestrado) – UFPB/CT/PPGECAM

1. Engenharia civil e ambiental. 2. Indicador de desempenho hidroenergético.  
3. Eficiência energética. 4. Comportamento hidráulico-energético. 5. Rede de  
distribuição de água. I. Título.

UFPB/BC

CDU - 62:711(043)

**"DESENVOLVIMENTO DE INDICADOR DE DESEMPENHO HIDROENERGÉTICO EM  
REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA".**

**PEDRO AUGUSTO SILVA SABINO DE FARIAS**  
Dissertação aprovada em 08 de setembro de 2017.

**Período Letivo: 2017.2**



**Prof. Dr. HEBER PIMENTEL GOMES - UFPB**  
(Orientador)



**Prof. Dr. GILSON BARBOSA ATHAYDE JUNIOR - UFPB**  
(Membro Interno)



**Prof. Dr. SAULO DE TARSO MARQUES BEZERRA - UFPE**  
(Membro Externo)

**João Pessoa/PB**  
**2017.2**

*Aos meus pais, por todo o esforço,  
dedicação, apoio e, sobretudo, amor em  
todos os momentos da minha vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida, pela fé, pela sabedoria e pelo amor que guiam continuamente o meu caminho.

À minha sublime família, por toda a dedicação, a compreensão e o amor exercidos na sua plenitude ao longo de toda a minha formação humana, especialmente na pessoa do meu pai, Pedro Sabino de Farias Neto, herói e modelo, sem o qual minha missão acadêmica teria sido consideravelmente mais complicada, talvez até inviável.

Ao professor doutor Heber Pimentel Gomes, coordenador do Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento da Universidade Federal da Paraíba (LENHS-UFPB), pela orientação, pelo incentivo, pela dedicação e pelo desempenho à frente de tão marcantes, edificantes e desafiadoras responsabilidades.

A Moisés Menezes Salvino, por suas decisivas contribuições no âmbito do LENHS-UFPB.

Aos funcionários da Universidade Federal da Paraíba, em especial aos da Coordenação e da Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM), pela competência e pela efetiva colaboração na resolução de problemas burocráticos.

Ao professor doutor Wilson Guerreiro Pinheiro, pela meticulosa revisão final desta Dissertação.

E, por fim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, também contribuíram para o meu aperfeiçoamento pessoal e profissional.

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de um indicador de desempenho hidroenergético que possibilite o diagnóstico, pelos operadores das companhias de saneamento, do comportamento hidráulico-energético de uma rede de distribuição de água a partir da comparação entre a operação da rede num cenário de referência (em geral, o de projeto) e o cenário cuja eficiência se deseja analisar. Para tanto, duas redes de abastecimento de água foram estudadas em diversas situações operacionais, ao longo da vida útil do projeto, com relação à capacidade de transporte de água das tubulações. Os resultados obtidos foram bastante coerentes, possibilitando a geração de informações aos gestores e técnicos das concessionárias de abastecimento com relação a possíveis necessidades de intervenção de reabilitação nas redes analisadas. Foram elaborados dois estudos de caso: um para a rede de abastecimento da cidade de Itororó (BA), Brasil; e outro para a rede de distribuição dos bairros Bessa, Jardim Oceania e Aeroclube, em João Pessoa (PB), Brasil. Em ambos os casos, os resultados constataram a validade e a pertinência do indicador proposto.

**Palavras-Chaves:** Indicadores de desempenho. Redes de água. Eficiência energética.

## **ABSTRACT**

The aim of this work is the development of an energy efficiency indicator for water distribution networks. This indicator makes possible the diagnosis of the hydraulic and energetic behavior of a water distribution network by operators of sanitation companies by comparing the network operation in a reference scenario (in general, the project scenario) and the scenario for which this efficiency is being analyzed. Two water supply networks have been studied in various operational situations, along the useful life of the project, in relation to the pipe transport capacity. Very coherent results have been obtained, allowing the attainment of information to managers and technicians of the supply concessionaires regarding possible rehabilitation intervention needs in the analyzed networks. Two case studies were carried out: one for the water supply network of the city of Itororó, in the Brazilian state of Bahia, and another one for the distribution network in the regions of Bessa, Jardim Oceania and Aeroclube, in João Pessoa, the capital city of the Brazilian state of Paraíba. In both cases, the results verified the validity and relevance of the proposed indicator.

**Keywords:** Performance indicators. Water networks. Energy efficiency.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> – Exemplar “de tubo de ferro fundido sem revestimento, instalado em 1963, no setor de abastecimento Cachoeirinha, retirado para verificação de estado em 2009” .....	33
<b>Figura 2.2</b> – Detalhamento do interior “de tubo de ferro fundido sem revestimento, instalado em 1963, no setor de abastecimento Cachoeirinha, retirado para verificação de estado em 2009” .....	33
<b>Figura 2.3</b> – Esquema geral de aplicação de indicadores baseada no modelo global hidráulico e energético de SAAs .....	38
<b>Figura 4.1</b> – Traçado da Rede Itororó .....	54
<b>Figura 4.2</b> – Comportamento do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , na Rede Itororó na Primeira Situação .....	61
<b>Figura 4.3</b> – Comportamento do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , na Rede Itororó na Segunda Situação .....	63
<b>Figura 4.4</b> – Comportamento do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , na Rede Itororó na Terceira Situação .....	65
<b>Figura 4.5</b> – Traçado da Rede Bessa .....	66
<b>Figura 4.6</b> – Análise de regressão linear para os dados demográficos da Rede Bessa.....	68
<b>Figura 4.7</b> – Análise de regressão linear para os dados demográficos da cidade de João Pessoa.....	71
<b>Figura 4.8</b> – Comportamento do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , na Rede Bessa, considerando apenas os critérios de projeto.....	73
<b>Figura 4.9</b> – Análises de pressão nas simulações hidráulicas da Rede Bessa para o ano 10: (a) com critérios de projeto; e (b) com parâmetros reais medidos em campo.....	75
<b>Figura 4.10</b> – Detalhamento do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , na Rede Bessa, considerando apenas os dez primeiros anos de operação da Rede .....	76
<b>Figura 4.11</b> – Análise gráfica comparativa entre as três situações de aplicação do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , para a Rede Itororó .....	77

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1</b> – Vazões captadas por tipo de uso no Brasil em 2010 .....	25
<b>Tabela 2.2</b> – Estimativas de economia de energia em SAAs .....	36
<b>Tabela 2.3</b> – Classes de indicadores de desempenho nos sistemas de abastecimento de água.....	39
<b>Tabela 2.4</b> – Lista de indicadores baseados no SNIS .....	43
<b>Tabela 2.5</b> – Lista de indicadores extraídos do SNIS .....	44
<b>Tabela 2.6</b> – Equações para o cálculo dos indicadores com base no SNIS .....	47
<b>Tabela 4.1</b> – Valores do coeficiente de rugosidade C de Hazen-Williams em função do tipo e da idade da tubulação .....	55
<b>Tabela 4.2</b> – Dados dos nós para o cenário de projeto da Rede Itororó .....	56
<b>Tabela 4.3</b> – Dados das tubulações para o cenário de projeto da Rede Itororó.....	56
<b>Tabela 4.4</b> – Modelo de crescimento demográfico utilizado para variar as demandas nodais na Rede Itororó .....	57
<b>Tabela 4.5</b> – Fatores multiplicativos das demandas nodais para a Rede Itororó.....	58
<b>Tabela 4.6</b> – Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética para a Rede Itororó no cenário de horizonte de projeto (20 anos) da Primeira Situação .....	60
<b>Tabela 4.7</b> – Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética para a Rede Itororó na Primeira Situação .....	61
<b>Tabela 4.8</b> – Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , para a Rede Itororó no cenário de horizonte de projeto (20 anos) da Segunda Situação .....	62
<b>Tabela 4.9</b> – Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , para a Rede Itororó na Segunda Situação.....	63
<b>Tabela 4.10</b> – Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , para a Rede Itororó no cenário de horizonte de projeto (20 anos) da Terceira Situação .....	64
<b>Tabela 4.11</b> – Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , para a Rede Itororó na Terceira Situação.....	65
<b>Tabela 4.12</b> – Dados demográficos obtidos para a Rede Bessa .....	67

<b>Tabela 4.13</b> – Evolução demográfica dos bairros abastecidos pela Rede Bessa, obtida por análise de regressão linear .....	69
<b>Tabela 4.14</b> – Resumo dos dados obtidos por análise de regressão linear para a cidade de João Pessoa (PB) que serão utilizados nas simulações hidráulicas .....	71
<b>Tabela 4.15</b> – Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , para a Rede Bessa, apenas com critérios de projeto .....	73
<b>Tabela 4.16</b> – Resultados gerados para efeito de aferição do momento real de ineficiência para a Rede Bessa.....	76
<b>Tabela A.1</b> – Dados dos nós da Rede Bessa no cenário calculado do ano 0 (2003) e no cenário medido do ano 10 (2013) .....	86
<b>Tabela A.2</b> – Dados das tubulações da Rede Bessa no cenário calculado do ano 0 (2003) e no cenário medido do ano 10 (2013) .....	108

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>AG001</b>	Indicador de população total atendida com abastecimento de água
<b>AG002</b>	Indicador de número de ligações ativas de água
<b>AG004</b>	Indicador de número de ligações ativas de água micromedidas
<b>AG005</b>	Indicador de extensão da rede de água
<b>AG006</b>	Indicador de volume de água produzido
<b>AG007</b>	Indicador de volume de água tratada em ETAs.
<b>AG008</b>	Indicador de volume de água micromedido
<b>AG010</b>	Indicador de volume de água consumido
<b>AG011</b>	Indicador de volume de água faturado
<b>AG015</b>	Indicador de volume de água tratada por simples desinfecção
<b>AG016</b>	Indicador de volume de água bruta importada
<b>AG018</b>	Indicador de volume de água tratada importado
<b>AG019</b>	Indicador de volume de água tratada exportado
<b>AG024</b>	Indicador de volume de serviço
<b>AG028</b>	Indicador de consumo total de energia elétrica nos sistemas de água
<b>ANA</b>	Agência Nacional de Águas
<b>ASCE</b>	Sigla do inglês <i>American Society of Civil Engineers</i> [= Sociedade Americana de Engenheiros Civis].
<b>BA</b>	Estado da Bahia
<b>BC</b>	Biblioteca Central
<b>CEE</b>	Consumo Específico de Energia
<b>COBRAPE</b>	Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos
<b>CT</b>	Centro de Tecnologia
<b>DEFOFO</b>	Diâmetro externo equivalente ao do tubo de ferro fundido
<b>DEX</b>	Despesas de Exploração
<b>DIS</b>	Sigla do inglês <i>Draft International Standard</i> [= Projeto de Norma Internacional]
<b>DTS</b>	Despesas totais com os serviços
<b>DWLI</b>	Sigla do inglês <i>Distribution Water Losses Index</i> [= Índice de perdas de água na distribuição]
<b>e.g.</b>	Abreviação da locução latina <i>exempli gratia</i> [= por exemplo]
<b>ed.</b>	edição
<b>Ed.</b>	Editor(es)

<b>EEXPEX</b>	Sigla do inglês <i>Electricity share in operating expenditures</i> [= Parcela de eletricidade em relação às despesas operacionais]
<b>EEXPTEx</b>	Sigla do inglês <i>Electricity share in the total service expenditure</i> [= Parcela de eletricidade na despesa total do serviço]
<b>ENGECORPS</b>	Corpo de Engenheiros Consultores S.A.
<b>EPA</b>	Sigla do inglês <i>Environmental Protection Agency</i> [= Agência de Proteção Ambiental]
<b>ETA</b>	Estação de Tratamento de Água
<b>et al.</b>	Abreviação da locução latina <i>et alii</i> [= e outros]
<b>et seq.</b>	Abreviação da locução latina <i>et sequentia</i> [= e seguintes]
<b>EUA</b>	Estados Unidos da América
<b>f.</b>	folha(s)
<b>FN005</b>	Receita operacional total
<b>FN013</b>	Despesa com energia elétrica
<b>FN015</b>	Despesa de exploração
<b>FN017</b>	Despesas totais com os serviços
<b>FN027</b>	Outras despesas de exploração
<b>FOFO</b>	Ferro fundido
<b>GEEs</b>	Gases do Efeito Estufa
<b>hab</b>	habitante
<b>HP</b>	Horizonte de Projeto
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>Ibid.</b>	Abreviação do advérbio latino <i>Ibidem</i> [= No mesmo lugar; na mesma obra]
<b>IBNET</b>	Sigla do inglês <i>International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities</i> [= Rede Internacional de Comparações para Empresas de Água e Saneamento]
<b>ICA</b>	Índice de crescimento anual
<b>IHE</b>	Sigla do inglês <i>Institute for Water Education</i> [= Instituto de Educação sobre Água]
<b>IN009</b>	Índice de hidrometração
<b>IN010</b>	Índice de micromedicação relativo ao volume disponibilizado
<b>IN022</b>	Consumo médio <i>per capita</i> de água
<b>IN044</b>	Índice de micromedicação relativo ao consumo
<b>IN049</b>	Índice de perdas na distribuição
<b>IN050</b>	Índice bruto de perdas lineares
<b>IN058</b>	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água

<b>INJ-01, INJ-02, INJ-03, INJ-04</b>	Injeções de água de adutora diretamente na rede de distribuição
<b>INT-1</b>	Interligação da rede de distribuição com uma adutora
<b>ISBN</b>	Sigla do inglês <i>International Standard Book Number</i> [= Número Padrão Internacional de Livro]
<b>ISSN</b>	Sigla do inglês <i>International Standard Serial Number</i> [= Número Internacional Normalizado para Publicações Seriadas]
<b>ISO</b>	Sigla do inglês <i>International Organization for Standardization</i> [= Organização Internacional de Normalização]
<b>IWA</b>	Sigla do inglês <i>International Water Association</i> [= Associação Internacional da Água]
<b>JE</b>	Junta elástica
<b>JEI</b>	Junta elástica integrada
<b>LENHS</b>	Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento
<b>Loc. cit.</b>	Abreviação da locução latina <i>Loco citato</i> [= No lugar citado]
<b>LTC</b>	Livros Técnicos e Científicos
<b>LWL</b>	Sigla do inglês <i>Linear water losses</i> [= Perdas de água lineares]
<b>MA</b>	Estado de <i>Massachusetts</i> (EUA)
<b>MCIDADES</b>	Ministério das Cidades
<b>n.</b>	número
<b>N/A</b>	Não Aplicável
<b>NBR</b>	Norma Brasileira
<b>OMS</b>	Organização Mundial de Saúde
<b>Op. cit.</b>	Abreviação da locução latina <i>Opus citatum</i> [= Obra citada]
<b>p.</b>	página(s)
<b>PB</b>	Estado da Paraíba
<b>PBA</b>	Ponta, bolsa e anel [Diz-se de tubo]
<b>PCEC</b>	Sigla do inglês <i>Per capita energy consumption</i> [= Consumo de energia <i>per capita</i> ]
<b>PCWC</b>	Sigla do inglês <i>Per capita water consumption</i> [= Consumo de água <i>per capita</i> ]
<b>PCWL</b>	Sigla do inglês <i>Per capita water losses</i> [= Perdas de água <i>per capita</i> ]
<b>PCWP</b>	Sigla do inglês <i>Per capita water production</i> [= Produção de água <i>per capita</i> ]
<b>PE</b>	Polietileno
<b>PEAD</b>	Polietileno de Alta Densidade
<b>PNE</b>	Plano Nacional de Energia
<b>pp.</b>	Abreviação do inglês <i>pages</i> [= páginas]

<b>PPGECAM</b>	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental
<b>Proj.</b>	Projetado
<b>PVC</b>	Policloreto de Vinila
<b>q.v.</b>	queira ver
<b>R</b>	Reservatório; Reservatório de Nível Fixo
<b>rev.</b>	revisada
<b>RNF</b>	Reservatório de Nível Fixo
<b>Rug.</b>	Rugosidade
<b>SAA</b>	Sistema de Abastecimento de Água
<b>SABESP</b>	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
<b>SCO2E</b>	Sigla do inglês <i>Specific CO<sub>2</sub> emissions</i> [= Emissões específicas de CO <sub>2e</sub> ]
<b>SEC</b>	Sigla do inglês <i>Specific energy consumption</i> [= Consumo específico de energia]
<b>SECWL</b>	Sigla do inglês <i>Specific energy consumption associated to water losses</i> [= Consumo específico de energia associada a perdas de água]
<b>SNIS</b>	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
<b>NSNA</b>	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
<b>SWLI</b>	Sigla do inglês <i>Service water loss index</i> [= Índice de perda de água de serviço]
<b>TCC</b>	Trabalho de Conclusão de Curso
<b>UFMG</b>	Universidade Federal de Minas Gerais
<b>UFPB</b>	Universidade Federal da Paraíba
<b>UK</b>	<i>United Kingdom</i> [= Reino Unido]
<b>UNESCO</b>	Sigla do inglês <i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i> [= Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura]
<b>USA</b>	<i>United States of America</i> [v. EUA]
<b>USEC</b>	Sigla do inglês <i>Useful specific energy consumption</i> [= Consumo específico de energia útil]
<b>USP</b>	Universidade de São Paulo
<b>UTS</b>	Unidade de Tratamento do Prestador de Serviços
<b>v.</b>	veja; volume
<b>Vol.</b>	Volume
<b>WEE</b>	Sigla do inglês <i>Water-Energy Efficiency</i> [= Eficiência água-energia]
<b>WLI</b>	Sigla do inglês <i>Water Losses Index</i> [= Índice de perdas de água]
<b>SCO2EWL</b>	Sigla do inglês <i>Specific CO<sub>2</sub> emissions associated to water losses</i> [= Emissões específicas de CO <sub>2e</sub> associadas a perdas de água]
<b>WWAP</b>	Sigla do inglês <i>World Water Assessment Programme</i> [= Programa Mundial de Avaliação dos Recursos Hídricos]

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>C</b>	Carbono; coeficiente de rugosidade
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono
<b>CO<sub>2e</sub></b>	Equivalência de dióxido de carbono [= Quantidade de GEEs (q. v.) em termos equivalentes de CO <sub>2</sub> ]
<b>D</b>	Diâmetro interno útil de cada trecho da rede de distribuição
<b>f</b>	Nó final num trecho da rede de distribuição
<b>Fe</b>	Ferro
<b>GWh</b>	Gigawatt-hora
<b>h</b>	hora
<b>h<sub>f total</sub></b>	Valor referente à perda de carga hidráulica total da rede de distribuição
<b>i</b>	Nó inicial num trecho da rede de distribuição
<b>i<sub>ED</sub></b>	Índice de energia dissipada na rede de distribuição
<b>i<sub>ED, cenário</sub></b>	Índice de energia dissipada da rede de distribuição para o cenário cuja eficiência energética se deseja aferir
<b>i<sub>ED, referência</sub></b>	Índice de energia dissipada da rede para o horizonte de referência
<b>I<sub>EE</sub></b>	Indicador de eficiência energética da rede de distribuição
<b>km</b>	quilômetro
<b>kW</b>	quilowatt
<b>kWh</b>	quilowatt-hora
<b>ℓ</b>	litro
<b>L</b>	Litro; comprimento de cada trecho da rede de distribuição
<b>L<sub>total</sub></b>	Comprimento total da rede de distribuição
<b>m</b>	metro
<b>m<sup>3</sup></b>	metro cúbico
<b>mca</b>	metro de coluna de água
<b>mm</b>	milímetro
<b>MWh</b>	Megawatt-hora
<b>n</b>	Quantidade de trechos (tubulações) da rede de distribuição
<b>p<sub>1</sub></b>	pressão



<b>p<sub>2</sub></b>	pressão
<b>Q</b>	Vazão num trecho da rede de distribuição
<b>R<sup>2</sup></b>	Coeficiente de determinação
<b>Si</b>	Silício
<b>t</b>	Ano absoluto
<b>ton CO<sub>2e</sub></b>	Tonelada de CO <sub>2e</sub>
<b>TWh</b>	Terawatt-hora
<b>x</b>	Variável independente
<b>y</b>	Variável dependente
<b>z<sub>1</sub></b>	Cota topográfica do nó de montante de um trecho da rede de distribuição
<b>z<sub>2</sub></b>	Cota topográfica do nó de jusante de um trecho da rede de distribuição
<b>γ</b>	Peso específico da água

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO</b>	19
1.1 Objetivos	21
1.1.1 Objetivo geral	21
1.1.2 Objetivos específicos	21
1.2 Justificativa	22
1.3 Organização da Pesquisa	22
<b>CAPÍTULO 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	23
2.1 A Relação Entre Água e Energia no Saneamento	24
2.1.1 Panorama brasileiro do uso de eletricidade no abastecimento de água	24
2.2 Fontes de Deterioração da Capacidade de Transporte de Água	27
2.2.1 O aumento das demandas de água não previstas no projeto original da rede	28
2.2.1.1 Verticalização no uso do solo urbano	28
2.2.1.2 O cenário das perdas de água	29
2.2.2 O processo de envelhecimento das tubulações	30
2.3 A Eficiência Hidráulica e Energética nos Sistemas de Abastecimento de Água	35
2.4 Medição de Desempenho da Relação Água-Energia no Saneamento: Estado da Arte e Consolidação dos Principais Indicadores de Desempenho	36
2.4.1 Aspectos gerais de indicadores de eficiência energética	36
2.4.2 Arquitetura genérica de modelos hidráulicos e energéticos de SAAs	37
2.4.3 Consolidação de indicadores energéticos aplicados aos SAAs presentes na literatura técnica	41
<b>CAPÍTULO 3 METODOLOGIA</b>	49
3.1 Índice de Energia Dissipada em Redes de Distribuição de Água ( $i_{ED}$ )	50
3.2 Indicador de Eficiência Energética em Redes de Distribuição de Água ( $I_{EE}$ )	52
<b>CAPÍTULO 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	54
4.1 Redes de Aplicação do Indicador Utilizado Nesta Pesquisa	54
4.1.1 Rede Itororó	54
4.1.1.1 Caracterização da Rede Itororó	54
4.1.1.2 Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , na Rede Itororó	59

4.1.2 Rede Bessa em João Pessoa (PB).....	65
4.1.2.1 Caracterização da Rede Bessa.....	65
4.1.2.2 Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , na Rede Bessa.....	72
4.2 Importância do Indicador de Eficiência Energética, $I_{EE}$ , para as Companhias de Saneamento no Planejamento e na Reabilitação de seus Sistemas .....	77
4.2.1 Discussões acerca dos resultados obtidos na aplicação do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , na Rede Itororó .....	77
4.2.2 Discussões acerca dos resultados obtidos na aplicação do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , na Rede Bessa.....	78
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE A – RELATÓRIO DAS SIMULAÇÕES HIDRÁULICAS DA REDE BESSA, TANTO PARA OS NÓS QUANTO PARA AS TUBULAÇÕES, NO CENÁRIO CALCULADO DO ANO 0 (2003) E NO CENÁRIO MEDIDO DO ANO 10 (2013) .....</b>	<b>85</b>

## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUÇÃO**

Genericamente, um sistema de abastecimento de água (SAA) pode ser caracterizado “como o conjunto de equipamentos, obras e serviços voltados para o suprimento de água a comunidades, para fins de consumo doméstico, industrial e público.” (GOMES, 2000a, p. 3). Esse sistema “é composto, de maneira geral, pelas unidades de captação, tratamento, estação elevatória, adução, reservatórios, rede de distribuição e ligações prediais.” (Ibid., p. 11).

Quanto aos custos envolvidos nos projetos de SAAs, Gomes assinala:

Os projetos de abastecimento urbano de água e as instalações elevatórias de água e esgoto são exemplos claros de projetos onerosos, que envolvem cifras da ordem de grandeza de milhões de reais e que são imprescindíveis para a sociedade como um todo, por razões óbvias. Nos projetos que envolvem as instalações pressurizadas para distribuição de água e evacuação de águas servidas, os custos de investimento são elevados e os de exploração, que compreendem os gastos de operação e manutenção, são, também, significativos. Em regra geral, os custos de operação e manutenção, dos projetos que envolvem elevatórias de água e esgoto, repercutem mais do que os de implantação das suas instalações. Esta repercussão maior dos custos de operação e manutenção, em relação aos custos de implantação, tem se acentuado nos últimos anos, em virtude dos gastos energéticos, que são cada vez maiores. (GOMES, 2000a, p. 7).

Nesse contexto, os gastos com energia consumida nos bombeamentos redundam acentuados, uma vez que representam parcelas significativas nas demandas energéticas vigentes em todas as regiões do mundo. Os gastos com energia influem, muitas vezes, de forma direta nos gastos com água potável cobrados dos respectivos consumidores.

Ainda segundo Gomes (2000a, p. 7):

Atualmente, no Brasil e no mundo, têm-se reduzido os subsídios dados pelo poder público para a diminuição dos custos dos insumos água e energia, necessários aos projetos da área de saneamento. Esta diminuição dos subsídios tem aumentado consideravelmente os custos energéticos nas empresas concessionárias de abastecimento de água. Estes custos, em muitas companhias de saneamento, representam o segundo item das despesas de exploração, ficando atrás apenas dos gastos com mão de obra.

Gomes (2009b, p. 8) anuncia também outro problema marcante que afeta bastante as companhias de saneamento básico no Brasil e no mundo: as perdas de água que ocorrem inevitavelmente nos sistemas de abastecimento urbano.

A esse respeito, assinala Gomes:

Esse problema tem agravado ao longo do tempo por diversas razões, tais como envelhecimento das instalações, expansões desordenadas dos sistemas urbanos de abastecimento, ausência de sistemas adequados de medição e problemas de gestão operacional. (Ibid., loc. cit.).

“O uso de água para geração de eletricidade no Brasil é evidente, mas pouco é conhecido sobre o cenário oposto, ou seja, o uso de eletricidade para o abastecimento de água e sua produção.” (VILANOVA; BALESTIERI, 2015a, p. 415, tradução nossa).

Segundo Shrestha et al. (2012 apud VILANOVA; BALESTIERI, 2014, p. 702), decisões de gestão no tocante ao abastecimento de água devem considerar o uso de energia, já que estabelecer relações entre ambos os recursos pode levar a significativos níveis de economia de energia e redução dos níveis de emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), “as perdas de água nos sistemas de abastecimento do Brasil, que compreendem as reais e por consumos não contabilizados, são da ordem de 40%, chegando a alcançar 70% em algumas cidades brasileiras.” (SNIS, 2005 apud GOMES, 2009b, p. 8). Nesse contexto, é cada vez maior a necessidade de redução das perdas de água e de energia eventualmente existentes nas instalações hidráulicas dos sistemas de abastecimento. Essa redução de perdas visa reduzir os custos operacionais das empresas de saneamento e contribuir para a preservação dos recursos estratégicos de água e energia.

Conforme ressalta Gomes (2009b, p. 8):

As ações de combate às perdas de água e energia nos sistemas de abastecimento e de esgotamento sanitário são, atualmente, medidas imprescindíveis e inadiáveis para garantir a sustentação econômica da grande maioria das empresas de saneamento existentes no Brasil e no mundo. Qualquer conjunto de ações a executar em um sistema de saneamento, visando melhorar sua eficiência em termos de redução das perdas de água e energia, necessita de um estudo técnico, ambiental e econômico para verificar sua viabilidade.

Em razão disso, mormente no Brasil, é premente a necessidade de redução da energia consumida em saneamento, por causa da limitação da oferta energética, a curto e médio prazos, e do aumento da demanda energética. As crises de suprimento de energia elétrica têm incitado o estabelecimento de políticas de conservação e uso racional de energia elétrica, repercutindo igualmente nos equipamentos utilizados em saneamento.

Esse contexto exige a implementação de planos de eficiência hidráulica e energética que promovam o uso racional de água e energia no setor de saneamento. Tais planos podem conter de simples (porém eficazes) reabilitações de tubulações até detecções e eliminação de vazamentos em tubulações de redes de distribuição, gerenciamento das pressões de rede para redução das perdas físicas de água, recuperação hidrelétrica de energia, e o monitoramento operacional em tempo real de sistemas, entre outros aspectos.

Nesse âmbito, surge a necessidade dos indicadores de desempenho, que são ferramentas de representação de sistemas muitas vezes complexos, dos quais é necessário adquirir e analisar informações para o adequado acompanhamento de sua evolução. Vários estudos demonstraram a importância do uso de indicadores para a análise energética de vários processos industriais, como, por exemplo, na construção civil, em processos unitários, em operações multifacetadas em sistemas químico-energéticos, entre outras áreas.

Diante do exposto, apresenta-se a seguinte questão-problema para nortear o presente estudo: como avaliar a eficiência hidráulica e energética de redes de distribuição de água, elemento tão crucial para os sistemas de abastecimento de água?

Considerando a importância de atingir o maior nível possível de eficiência energética em SAAs no contexto do desenvolvimento sustentável e considerando a necessidade de desenvolvimento de ferramentas para diagnosticar a eficiência energética nos SAAs, o presente trabalho vem consolidar e ampliar o conhecimento técnico-científico sobre a aplicação dos indicadores de desempenho de eficiência energética em SAAs, aprofundando um pouco mais no caso das redes de distribuição de água.

Tais indicadores devem permitir a comparação entre a situação atual do sistema com a condição ótima de sua operação (que, em geral, corresponde à integralidade da situação de projeto do sistema), representada por um valor referencial. Esse valor busca, por exemplo, corresponder ao menor consumo/demanda de carga elétrica e/ou hidráulica que torna possível atingir os limites e necessidades operacionais do sistema (demandas de água e pressões de serviço que variam em escalas espaciais e temporais), considerando o melhor uso de energia hidráulica implícita em volumes de água transportados pelo SAA.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

– Desenvolver um indicador para diagnosticar a eficiência hidráulica e energética ( $I_{EE}$ ) de redes de distribuição de água quanto à sua capacidade de transporte da água.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

– Desenvolver um índice de energia dissipada ( $i_{ED}$ ) que possa quantificar os gastos energéticos (do ponto de vista hidráulico) de dada rede de distribuição de água;

– Fazer um paralelo entre o sistema índice-indicador ( $i_{ED}/I_{EE}$ ) e os indicadores já explicitados e explicados pela bibliografia técnica especializada;

– Aplicar e avaliar o indicador de eficiência energética de redes de distribuição ( $I_{EE}$ ) em duas redes de distribuição reais, para analisar variações do indicador  $I_{EE}$  com a variação da demanda de água ao longo do tempo e a deterioração das seções úteis de transporte de água das tubulações.

## **1.2 Justificativa**

A presente pesquisa é importante e oportuna para empresas prestadoras de serviço de saneamento em geral, que terão acesso a um representativo conjunto de subsídios fundamentais para a implementação de planos de eficiência energética, incluindo eventuais planejamentos de reabilitação com bons resultados operacionais, econômicos e administrativos, bem como a acadêmicos e pesquisadores, que poderão fruir de amplo material bibliográfico para melhor compreensão prática de aspectos gerais e de dificuldades relacionadas ao tema.

## **1.3 Organização da Pesquisa**

A presente pesquisa foi estruturada em 5 Capítulos, incluindo esta Introdução. No Capítulo 2, expõem-se os detalhes teóricos que fundamentam cientificamente a pesquisa, abordando temas como a relação entre a água e a energia elétrica no contexto do saneamento (principalmente no setor de abastecimento de água), a deterioração da capacidade de transporte da água distribuída pelas redes pressurizadas, a eficiência hidráulica e energética e o processo de medição de desempenho em sistemas de abastecimento de água. No Capítulo 3, é exibida e discutida a metodologia usada na pesquisa e apresenta-se o sistema índice-indicador para avaliar a eficiência energética de redes de distribuição de água. No Capítulo 4, são apresentadas duas aplicações do  $I_{EE}$  em redes reais e práticas, uma das quais — a mais complexa — é responsável pelo abastecimento de três grandes bairros da cidade de João Pessoa (PB). No Capítulo 5, sintetizam-se as conclusões do estudo.

## **CAPÍTULO 2**

### **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

No âmbito global, a promoção da utilização racional e eficiente tanto da água quanto da eletricidade exerce um papel estratégico na questão do desenvolvimento sustentável das nações, bem como na atenuação e na adaptação às causas e às consequências das mudanças climáticas vivenciadas, mormente nas últimas décadas. O alto potencial para a aplicação de ações de uso racional de água e energia em Sistemas de Abastecimento de Água tem sido atribuído, infelizmente, à pobre infraestrutura e aos poucos procedimentos operacionais, particularmente em países em desenvolvimento. Esse fato exige a implementação de planejamentos de eficiência hidroenergética que favoreçam o uso racional de água e energia no setor de saneamento. Gomes e Bezerra (2009) destacam que os sistemas de medição das companhias de saneamento consistem em instrumentos indispensáveis para gerar o conhecimento oportuno das diversas variáveis envolvidas nos processos e para subsidiar a definição dos melhores regimes de operação dos pertinentes sistemas de saneamento.

Em termos práticos, é necessário conhecer o objetivo primordial de qualquer processo de medição de parâmetros hidráulicos e elétricos em empresas de saneamento. As campanhas de medição visam fornecer os subsídios necessários ao uso racional de água e energia proposto por vários programas governamentais, notadamente a partir do conhecimento dos parâmetros que permitam qualificar a situação vigente em certo sistema público de abastecimento. Com base nisso, medidas técnicas e/ou administrativas podem ser efetivadas para evitar ou minimizar possíveis perdas e desperdícios em sistema de abastecimento.

Neste Capítulo, apresentam-se os pormenores técnicos que fundamentam cientificamente esta pesquisa, com conteúdos referentes a:

- relação intrínseca e mútua entre a água e a energia no saneamento;
- aspectos relacionados à degradação da capacidade de transporte da água distribuída (abrangendo fatores relativos ao aumento das demandas da rede não previsto pelo projeto original e ao complexo processo de envelhecimento das tubulações);
- eficiência hidráulica e energética em SAAs; e
- processo de medição de desempenho em SAAs.

Dentro desse último tópico, será apresentado o estado da arte de todos os principais indicadores de desempenho, encontrados na literatura técnica especializada, que fazem alusão à análise hidroenergética de SAAs.



## 2.1 A Relação entre Água e Energia no Saneamento

Ao lado de fatores como produção, transformação, processamento e consumo de produtos energéticos, são atribuídas à água algumas das mais relevantes consequências relacionadas ao aquecimento global, tais como secas e inundações. Apesar do fato de que, no momento atual, políticas hídricas e energéticas são normalmente conduzidas em separado, está crescendo o reconhecimento da necessidade de sua integração.

O Brasil é um país de dimensões continentais, cujo território tem uma das bacias hidrográficas mais extensas e caudalosas do planeta. Vilanova e Balestieri (2015a) apontam que o exemplo mais categórico da direta relação água-energia no Brasil está em sua matriz energética, cuja porção hidrelétrica corresponde a mais de 63% da capacidade instalada de geração de eletricidade no país, em dados oficiais do ano de 2014. As dimensões brasileiras, com grande extensão, tanto latitudinal quanto longitudinal, geram inevitavelmente consideráveis variações físicas e climáticas ao longo de seu território, bem como uma enorme diversidade demográfica e econômica.

Como mencionado no Capítulo 1, pouco se conhece sobre o uso de eletricidade para o abastecimento de água em seus processos de captação, elevação, tratamento e distribuição. Para exemplificar, o Consumo Específico de Energia (CEE) das maiores concessionárias de água brasileiras é de 0,69 kWh/m<sup>3</sup> de água distribuída (VILANOVA; BALESTIERI, 2014, p. 702), ao passo que a taxa média nacional de perdas de água, como dito na Introdução, é de 40%.

Portanto, como enfatizam Vilanova e Balestieri:

É crucial entender e quantificar o uso de eletricidade para o abastecimento de água para o desenvolvimento de políticas públicas integradas que assegurem o uso sustentável de ambos os recursos, através de modelos e tecnologias eficientes, ações de gerenciamento tanto do lado da oferta quanto do lado da demanda, bem como de planejamento para a expansão do abastecimento por intermédio de opções apropriadas. (VILANOVA; BALESTIERI, 2015a, p. 415-416, tradução nossa).

### 2.1.1 Panorama brasileiro do uso de eletricidade no abastecimento de água

Busca-se expor aqui os aspectos gerais da particular influência do consumo energético do setor de saneamento, notadamente o de abastecimento de água.

A Tabela 2.1 mostra as maiores vazões de captação de água para diversos usos no Brasil do ano de 2010. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013, p. 90). Depreende-se que a captação de água para abastecimento humano é a segunda maior no Brasil, representando 23,5% do total (incluindo abastecimentos urbanos e rurais), ficando, hierarquicamente, apenas atrás das captações para irrigação.

**Tabela 2.1** – Vazões captadas por tipo de uso no Brasil em 2010. Fonte: (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013, p. 90).

USO	VAZÃO [m³/s]	PARTICIPAÇÃO
Abastecimento urbano	521,8	22,00%
Abastecimento rural	34,4	1,50%
Consumo animal	151,1	6,40%
Irrigação	1.270,1	53,50%
Abastecimento industrial	394,9	16,60%
<b>TOTAL</b>	<b>2.372,4</b>	<b>100,00%</b>

Vilanova e Balestieri (2015a) chegaram a um paradigma bastante interessante no tocante à utilização da energia elétrica no setor de abastecimento de água brasileiro. Para tal, definiram e trataram estatisticamente vários indicadores (alguns dos quais serão citados aqui), aplicando-os em diferentes cenários em âmbitos municipal e nacional. Alguns dos principais resultados obtidos pelos pesquisadores, bem como gerados a partir de consulta a outras fontes representativas no mesmo contexto, estão, a seguir, identificados.

A partir da pesquisa realizada por Vilanova e Balestieri (2015a) e após o devido tratamento estatístico dos dados obtidos, a produção de água *per capita* nas municipalidades brasileiras foi de  $(200,7 \pm 3,8) \text{ l/hab/dia}$ , considerando a mesma margem de erro citada no trabalho original desses autores. Trata-se de um valor consistente com os resultados do “Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água 2010”. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2010).

Segundo a Agência Nacional de Águas (2013 apud VILANOVA; BALESTIERI, 2015a, p. 421, tradução e interpolações nossas),

[...] os volumes *per capita* captados de mananciais para o consumo humano apresentam faixas médias (variáveis de acordo com a população das municipalidades) entre 202 e 266  $\text{l hab}^{-1}\text{dia}^{-1}$ , e máximo entre 233 e 373  $\text{l hab}^{-1}\text{dia}^{-1}$ . O consumo *per capita* de água (PCWC) em 2012 foi de  $139,0 \pm 2,4 \text{ l hab}^{-1}\text{dia}^{-1}$  ( $50,7 \pm 0,9 \text{ m}^3 \text{ l hab}^{-1}\text{dia}^{-1}$ ). Esse valor excede por, pelo menos, 40% da necessidade média de água *per capita* para atender necessidades básicas sugeridas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) [...], que é de 50 a 100  $\text{l hab}^{-1}\text{dia}^{-1}$ .

O valor numérico obtido de consumo *per capita* anual de água é bastante similar à pegada hídrica do consumo das famílias brasileiras entre 1996 e 2005, de 55,5  $\text{m}^3\text{hab}^{-1}\text{dia}^{-1}$  [MEKONNEN; HOEKSTRA, 2011], e representa 2,5% da pegada hídrica do total do consumo de água no Brasil no mesmo período ( $2027 \text{ m}^3\text{hab}^{-1}\text{dia}^{-1}$ ). [Ibid., op. cit.]. Nesse mesmo período (1996-2005), a pegada hídrica média do consumo global foi de 1385  $\text{m}^3\text{hab}^{-1}\text{dia}^{-1}$ , e 3,8% disso ( $52,6 \text{ m}^3\text{hab}^{-1}\text{dia}^{-1}$ ) resultaram apenas do consumo doméstico. As perdas de água nos SAAs brasileiros atingiram  $61,6 \pm 2,6 \text{ l hab}^{-1}\text{dia}^{-1}$ , um valor que atenderia às necessidades básicas de uma pessoa pelos padrões da OMS.

Vilanova e Balestieri (2015a, p. 421, tradução nossa) citam que a produção de água no Brasil para atender a demanda abastecida consome  $(61,2 \pm 3,0) \text{ kWh/hab/ano}$  de eletricidade.

Afirmam ainda esses autores: “Considerando o consumo energético *per capita* total de 2545 kWh/hab/ano para o país em 2012, o valor calculado de PCEC<sup>1</sup> contabiliza aproximadamente 2,4% do consumo *per capita* de eletricidade total no Brasil para o mencionado ano.”

Os autores apontam ainda que a taxa municipal média de perdas de água é de  $29,0\% \pm 0,7\%$ , sendo boa parte dessas perdas ( $28,2\% \pm 0,7\%$ ) observada na atividade de distribuição de água, com apenas  $1,0\% \pm 0,1\%$  delas oriundo de serviços relacionados ao restante do serviço de abastecimento de água. Cada quilômetro da rede de distribuição gera perdas médias de  $(5,0 \pm 0,4) \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$ .

A partir dos dados apresentados, “verifica-se que a redução da perda de água em redes de distribuição é uma das mais importantes medidas de eficiência hidráulica e energética em SAAs.” (VILANOVA; BALESTIERI, 2015a, p. 421, tradução nossa). Nesse sentido, esclarecem Vilanova e Balestieri:

Várias metodologias e ferramentas com esse propósito são apresentadas na bibliografia especializada, como Vilanova e Balestieri (2014) e Mutikanga, Sharma e Vairavamoorthy (2012). A aplicação de tal metodologia para reduzir as perdas de água tem impactos de níveis médio e alto na eficiência hidráulica e energética dos SAAs, que podem gerar economia de energia de 25% a 50%. (VILANOVA; BALESTIERI, loc. cit., tradução nossa).

No mais, aponta-se que o Consumo Específico de Energia (CEE) médio dos SAAs brasileiros é de  $(0,862 \pm 0,046) \text{ kWh/m}^3$ . Segundo Vilanova e Balestieri:

Esse valor é muito maior que os valores apresentados [e tidos como referenciais] pelo Programa Mundial de Avaliação dos Recursos Hídricos, das Nações Unidas [WWAP, 2014, p. 24], que são de  $0,37 \text{ kWh.m}^{-3}$  e  $0,48 \text{ kWh.m}^{-3}$  para metodologias de captação hídrica de superfície (lagos e rios) e subterrânea, respectivamente.

A distribuição de mananciais para captação hídrica de abastecimento urbano no Brasil é de aproximadamente 47% de superfície, 39% subterrâneos e 14% de sistemas mistos. [...] A eficiência energética dos SAAs analisados, relacionada à energia implícita nos volumes perdidos de água, é de  $71,1\% \pm 0,7\%$ , resultando numa ineficiência de 29%. Esse resultado é muito interessante, considerando que ele está em concordância com o potencial global teórico da eficiência energética e conservação, calculado por Weber (1997) e Dias, Mattos e Balestieri (2006), que é de 30%. (VILANOVA; BALESTIERI, 2015a, p. 421, tradução e interpolações nossas).

O total de eletricidade consumida nos SAAs de 2019 municipalidades consultadas pelo trabalho de Vilanova e Balestieri (2015a, p. 423) foi de 3620 GWh no ano de 2012. Esse consumo representa 0,7% do consumo total de eletricidade no Brasil nesse mesmo ano de análise (498,485 TWh).

Como explicitado por Vilanova e Balestieri:

---

<sup>1</sup> Sigla do inglês *Per Capita Energy Consumption* (consumo de energia *per capita*), que corresponde ao consumo anual de energia no sistema de abastecimento de água por consumidor atendido.

Os valores de perdas de água nas 1999 municipalidades, consideradas nas amostras, contabilizaram 0,27% do total do consumo energético no Brasil em 2012, implicando 0,11% da capacidade instalada do país, calculada com base na média de energia consumida. (VILANOVA; BALESTIERI, 2015a, p. 424, tradução nossa).

Tendo em vista todas as amostras do CEE e as estimativas das demandas abastecidas de água no Brasil, Vilanova e Balestieri estimam que “o consumo de eletricidade para o abastecimento de água no país em 2015 e 2025 seja de 13,701 GWh e 15,147 GWh, respectivamente.” (VILANOVA; BALESTIERI, 2015a, p. 424, tradução nossa). Esclarecem ainda esses autores que:

Perdas energéticas relacionadas a perdas de água, no Brasil, foram da ordem de 2534 GWh em 2012. Com base no mais otimista cenário de crescimento do consumo de eletricidade no Brasil, apresentado pelo Plano Nacional de Energia 2030, verificou-se um aumento de 38,4 TWh.ano<sup>-1</sup> entre 2010 e 2030. Assim, a eliminação das perdas de energia das perdas de água em SAAs alcançaria 6,6% do aumento projetado do consumo total de potência no Brasil em um ano. (VILANOVA; BALESTIERI, 2015a, p. 425, tradução nossa).

A partir dos resultados apresentados até aqui, percebe-se que os SAAs brasileiros têm baixa eficiência no uso de seus dois principais recursos — água e eletricidade. Os efeitos prejudiciais dessa ineficiência — tais como o incremento desnecessário dos custos com o abastecimento de água e a ampliação dos níveis de emissão de gases do efeito estufa — tendem a ser minimizados quando se considera a relação entre ambos.

Vilanova e Balestieri (2015a) avaliaram primeiramente a eficiência dos sistemas por meio de análises das perdas de água. Saliente-se, entretanto, que várias outras fontes hidráulicas e energéticas de ineficiência (tais quais os conjuntos motor-bomba de rendimento aquém do exigido, péssima manutenção dos sistemas, entre outros elementos) também podem ser verificados nos SAAs.

## **2.2 Fontes de Deterioração da Capacidade de Transporte de Água**

Uma rede de distribuição de água, segundo Aloísio de Araújo Prince (2010, p. 615), é uma unidade do sistema de abastecimento de água composta por tubulações e órgãos acessórios instalados em locais públicos, e que tem por objetivo fornecer, em regime contínuo (24 horas por dia), água potável em quantidade, qualidade e pressão adequadas a vários tipos de consumidores (residenciais, comerciais, industriais e de serviços) localizados numa cidade, numa vila ou noutro tipo de aglomeração urbana. Para Prince, a importância da rede de distribuição é originada a partir de duas características de grande relevância a ela associadas, quais sejam:

a) característica de garantir, como derradeira unidade do sistema de abastecimento de água, que a água produzida e veiculada pelas unidades anteriores chegue até os seus consumidores finais sem a deterioração de sua qualidade e com a quantidade,

pressão e continuidade estabelecidas pela boa técnica e pelas normas oficiais aplicáveis;

b) característica de constituir-se, geralmente, na mais extensa unidade do sistema, responsável, em geral, por mais de 50% do seu custo de implantação. (PRINCE, 2010, p. 615-616).

Assim, para cumprir cabalmente o primeiro item destacado por Prince (2010), verificam-se basicamente duas dificuldades para que a rede de condutos de uma rede de distribuição possa efetivamente entregar água com pressão e quantidades adequadas. Tais dificuldades estão diretamente relacionadas à perda da capacidade de transporte de água pelas tubulações constituintes da rede. Estão inseridos nesse contexto:

I – a intensificação, nos últimos anos, do aumento, não previsto pelos projetistas, das demandas urbanas de água, resultante, por exemplo, da ampliação do processo de verticalização no uso do solo urbano ou da maior incidência de perdas de água na distribuição;

II – os aspectos concernentes à deterioração das tubulações, como a diminuição (com a ampliação da rugosidade) das seções transversais dos tubos, em virtude, por exemplo, de eventuais incrustações e tuberculizações porventura existentes, que acentuam ainda mais as perdas de carga hidráulica na rede.

## **2.2.1 O aumento das demandas de água não previstas no projeto original da rede**

### **2.2.1.1 Verticalização no uso do solo urbano**

Segundo Ramires (1998, p. 98), a “verticalização pode ser apontada como um exemplo de materialização das transformações técnicas que atingem a cidade contemporânea de forma contundente”, sobretudo nos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Ainda de acordo com Ramires (1998, p. 98): “Tal fato não deve ser considerado como uma consequência natural da urbanização, mas uma das possíveis opções traçadas e definidas pelos diferentes atores sociais e interesses econômicos que envolvem a estruturação interna das cidades.”

Segundo Ficher (1994 apud RAMIRES, 1998, p. 98), “esse processo foi viabilizado nas cidades modernas através do equacionamento de problemas técnicos da atividade construtiva, bem como da descoberta de novos materiais e da importante introdução do elevador.” Quanto a este último, comenta Ramires (1998, p. 98):

Um aspecto interessante em relação aos elevadores relatado por Oliveira (1992) é que eles têm sua origem nas fábricas inglesas do século XIX, e visavam evitar perda de energia dos trabalhadores ao transportar produtos dentro dos estabelecimentos de trabalho. Somente em 1857 foi registrado o primeiro elevador num edifício alto de Nova York.

Como aponta Macedo (1987 apud RAMIRES, 1998, p. 98, interpolação nossa):

[...] a verticalização é, com certeza, um dos grandes responsáveis pelas alterações morfológicas e funcionais de amplos segmentos da paisagem urbana, criando solos superpostos, possibilitando sua multiplicação, revalorizando o espaço pelo aumento do potencial de aproveitamento [construtivo].

É justamente nesse contexto que surgem todos os problemas relacionados ao processo de verticalização. Muitas das redes de distribuição de água hoje existentes no Brasil foram projetadas tendo como base a situação de, no máximo, poucos pavimentos por lote. Assim, pouco se iria exigir da rede, em termos de demanda por vazão, em relação ao cenário com múltiplos pavimentos no mesmo lote (e, portanto, maior índice de aproveitamento do terreno). Com mais pessoas habitando o mesmo lote, maior demanda por água, maior a vazão demandada pela economia e, portanto, maior a perda de carga hidráulica (considerando fixos os diâmetros da rede).

Dessa maneira, é nítido compreender que a generalização em amplas proporções do paradigma acima, muitas vezes de forma não premeditada pelos projetistas das redes de distribuição, tende a comprometer, cada vez mais, a capacidade de transporte da água distribuída, o que, por sua vez, colabora para a antecipação da ineficiência hidráulica da rede.

Como será explicado mais à frente, tal ineficiência pode ser vislumbrada por intermédio do cálculo do indicador de eficiência energética de redes de distribuição de água ( $I_{EE}$ ), proposto nesta pesquisa. Maiores detalhamentos sobre o cálculo desse indicador e aplicações bem mais reais e robustas do exemplo acima exposto estão nos Capítulos 3 e 4.

#### **2.2.1.2 O cenário das perdas de água**

Alvisi e Franchini (2006) destacam que o envelhecimento das tubulações leva, na maioria dos casos, a um aumento na frequência de rupturas e vazamentos e a um decréscimo na eficiência da rede. Conforme Hadzilacos et al. (2000), quando as tubulações tendem para o fim de sua vida útil, o nível geral de falhas aumenta, até, em ritmo exponencial.

Kleiner et al. (2001) salientam que a rede de distribuição de água, tipicamente a porção mais cara de um SAA, está continuamente sujeita a condições ambientais e operacionais que conduzem naturalmente à sua deterioração. Maiores custos de operação e manutenção, perdas de água, redução na qualidade da água e do serviço são consequências características dessa deterioração.

Outro importante fator que influencia decisivamente o aumento nas demandas da rede não previsto originalmente em projeto é a perda de água, originada principalmente por rupturas e vazamentos, que incrementa imensamente a perda de carga hidráulica das

tubulações, independentemente de qual for sua maneira de cálculo (mediante fórmulas empíricas ou subtração das cargas hidráulicas de montante e jusante nas tubulações, como será mais bem explicado no Capítulo 3).

Na grande maioria dos casos, os projetistas subestimam os valores reais de perdas de água, considerando vazões inflacionadas de 10% ou 15%, por exemplo, quando, em muitos casos, o valor na prática é muito superior. Sendo assim, uma das vantagens do indicador proposto por esta pesquisa seria reproduzir o comportamento de ineficiência da rede oriunda das perdas de água por rupturas ou vazamentos, por exemplo.

Nesse sentido, caso o indicador reporte um valor característico de ineficiência, será possível, com um estudo um pouco mais rigoroso em relação às perdas de carga em cada tubulação específica, localizar o problema de eventuais rupturas e vazamentos e conceber uma estratégia mais apropriada de reabilitação.

### **2.2.2 O processo de envelhecimento das tubulações**

Engelhardt et al. (2000) apontam que as redes de distribuição de água devem transportar água em quantidade e qualidade de acordo com os níveis de serviço desejáveis operacionalmente. Tais requisitos, é sabido, alteram-se com o tempo, muitas vezes de forma considerável.

Fora isso, há alterações no padrão de serviço em função do crescimento do consumo *per capita* e das mudanças associadas (sobretudo de ordem socioeconômica), bem como do processo de verticalização anteriormente detalhado. Nesse sentido, requisitos de qualidade da água estão-se tornando cada vez mais rígidos, até porque o entendimento de que a qualidade da água está diretamente associada à saúde da população atendida é cada vez intenso. Tais fatores resultam numa mudança na definição do que deve ser alcançado pelos ativos que primordialmente constituem a rede de distribuição.

De acordo com Alegre et al. (2006 apud ORELLANA, 2011, p. 10, interpolação nossa):

[...] infraestruturas hídricas fornecem um serviço essencial e atemporal para as cidades. Contudo, essas infraestruturas são compostas de bens com vidas úteis finitas, variáveis de ativo para ativo, com nível de desempenho decrescente com o tempo. Inversamente, cada componente é parte de um sistema integrado, e seu comportamento poderá afetar o nível global do serviço [prestado pelas companhias de saneamento].

Kleiner et al. (2001 apud ORELLANA, 2011, p. 11, grifo e interpolação nossos) assinalam que:

[...] a deterioração das tubulações pode ser classificada em *estrutural*, quando diminui a sua resistência estrutural e a capacidade de suportar vários tipos de tensões, e *deterioração interna*, quando resulta na diminuição da capacidade hidráulica [dos tubos condutores], na degradação da qualidade da água, em casos de grave corrosão interna.

Segundo apontam Martins e Sobrinho (apud TSUTIYA, 2005):

Atualmente, no Brasil, as maiores deficiências dos sistemas de abastecimento estão relacionadas primordialmente à deterioração dos sistemas mais antigos, especialmente as redes de distribuição de água. Nesse escopo, observa-se a diminuição da satisfação dos clientes com o serviço, dado pela quantidade de reclamações de deficiência do abastecimento, falta de água, baixa pressão e baixa qualidade da água.

No que tange à vida útil dessas tubulações, Jairo Tardelli Filho assinala que:

os componentes de um sistema de distribuição têm uma vida útil que depende da qualidade do material empregado, das condições físico-químicas do solo, da qualidade da execução de implantação e, posteriormente, da manutenção e das proteções contra o fenômeno da corrosão. (TARDELLI, 2005 apud ORELLANA, 2011, p. 11).

Ainda segundo Tardelli (2005 apud ORELLANA, 2011, p. 12):

No caso das redes primárias e secundárias, estima-se que a vida útil das tubulações seja em torno de 50 anos. Tendo em vista o valor de 50 anos para a vida útil das redes de distribuição, deve existir um programa de renovação da infraestrutura abrangendo um percentual de 2% da extensão total ao ano, incluindo a troca eventual dos ramais.

Azevedo Netto et al. (apud ORELLANA, 2011, p. 12) esclarece:

Quanto ao desempenho hidráulico dos sistemas de distribuição, um dos principais aspectos está relacionado com a dissipação de energia em função da perda de carga através das tubulações que o compõe. O aumento da rugosidade das paredes internas das tubulações com o passar do tempo resulta na diminuição da capacidade hidráulica das tubulações. A diminuição da capacidade hidráulica de um sistema de distribuição está diretamente relacionada com a deterioração, ao longo do tempo, do coeficiente C da equação de Hazen-Williams.

Segundo Evins et al. (1989 apud ORELLANA, 2011, p. 12):

Existem métodos convenientes e confiáveis de acompanhamento das pressões e fluxos na rede. Fórmulas empíricas e programas de computador para análise de rede podem ser usados para quantificar o desempenho hidráulico para um nível de detalhe que seria muito caro por medida direta.

A maioria das redes de distribuição de água é um grande sistema integrado, no qual quaisquer mudanças hidráulicas podem ter grandes efeitos. Por conseguinte, variações de pressão e de vazão são investigadas com a ajuda de modelos de redes devidamente calibrados. Se os problemas hidráulicos estão confinados a pequenas partes de uma rede, as medições de campo e cálculos manuais podem muitas vezes produzir respostas adequadas.

Segundo Alvisi e Franchini (2009 apud ORELLANA, 2011, p. 13), “o envelhecimento e a reabilitação das tubulações de distribuição de água também influenciam nas perdas.” As perdas reais aumentam à medida que os sistemas de distribuição se vão tornando mais velhos; de maneira oposta, tendem a diminuir conforme os sistemas são reabilitados.



Para Thornton, Sturm e Kunkel (2008 apud ORELLANA, 2011, p. 13, interpolação nossa):

Em muitos sistemas [de abastecimento de água] um programa de substituição de tubulações irá resolver o problema de um grande volume de perdas, pois, em muitos casos, os maiores volumes anuais de perdas reais residem nos menores vazamentos nas linhas de distribuição que ocorrem por longos períodos sem que sejam detectados ou declarados. Além disso, na maioria das vezes, a substituição da rede ou dos ramais de serviço reduz a frequência de novas quebras e, consequentemente, reduz os custos anuais de manutenção e a frequência necessária para a atividade de detecção preventiva de vazamentos.

Como o “envelhecimento das tubulações e suas consequências variam fortemente conforme o material empregado nas tubulações” (ORELLANA, 2011, p. 13), é oportuno que sejam apresentados, a seguir, as características das tubulações metálicas e plásticas e os processos responsáveis por sua deterioração.

#### • Tubulações Metálicas

Conforme Alex Orellana (2011, p. 12), existem duas categorias principais de ferro fundido: o cinzento e o dúctil. A expressão *ferro fundido* abrange uma larga variedade de ligas Fe-C-Si que são classificadas em famílias a partir da forma da grafita, “com diferenciação suplementar devida à estrutura da matriz metálica (ferrita, perlita).” Ainda segundo esse autor:

Os ferros fundidos cinzentos apresentam a grafita em forma de lamelas, cada uma dessas lamelas de grafita pode, sob uma aplicação de esforços anormais em certos pontos, provocar um início de fissura. A centrifugação, desenvolvida a partir de 1920, permitiu obter lamelas muito finas que aumentaram sensivelmente as qualidades mecânicas do ferro. Através de pesquisas realizadas nos Estados Unidos e na Grã-Bretanha, a partir de 1948, obteve-se o ferro fundido dúctil. Neste caso, a grafita deixa de cristalizar-se sob a forma de lamelas e passa a cristalizar-se sob a forma de esferas, eliminando-se as linhas preferenciais de propagação das fissuras. Embora o ferro fundido cinzento seja resistente e tenha uma longa vida útil, apresenta a desvantagem de ser frágil em relação ao ferro dúctil, podendo romper facilmente devido, principalmente, [a] impactos externos transientes hidráulicos. O ferro fundido dúctil, através de sua forma esferoidal da grafita, veio aprimorar as características mecânicas relativas à resistência à tração, à resistência ao impacto, [ao] limite elástico. Contudo, em função das alterações na composição da liga, o ferro fundido dúctil se tornou mais suscetível à corrosão. (ORELLANA, 2011, p. 12, interpolações nossas).

De acordo com Azevedo Netto et al. (1998 apud ORELLANA, 2011, p. 14-15):

[...] ensaios e verificações feitos em linhas de aço e ferro fundido, executadas com tubos de boa qualidade, sem revestimento interno, mostraram que, para o início de funcionamento, o coeficiente C de Hazen-Williams assume valores em torno de 140. Pouco depois, esse valor cai para 130 e com o decorrer do tempo passa a valores cada vez mais baixos. A tendência de o ferro entrar em solução e a presença de oxigênio dissolvido na água, fatores primordiais da corrosão, são responsáveis pela formação de tubérculos na superfície interna dos tubos. Da redução da seção e do aumento da rugosidade (e, logo, decréscimo do coeficiente C) resulta a diminuição da capacidade de transporte da canalização.

Ainda segundo Azevedo Netto et al. (1998 apud ORELLANA, 2011, p. 15, grifo nosso):

Tal fenômeno de tuberculização é, algumas vezes, erroneamente designado por incrustação. O termo *incrustação* deve ser reservado ao fenômeno da constituição de camadas ou crostas devidas a certas substâncias presentes em quantidades excessivas na água, que vão se depositando ou aderindo às paredes dos tubos, especialmente os tubos metálicos, diminuindo o diâmetro interno do tubo. O caso típico de incrustação ocorre quando a água transportada pelo tubo apresenta elevados teores de cálcio.

As Figuras 2.1 e 2.2 expõem as condições verificadas, por estudo da SABESP, de 2009, em tubulações antigas de ferro fundido sem revestimento interno.



**Figura 2.1** – Exemplar “de tubo de ferro fundido sem revestimento, instalado em 1963, no setor de abastecimento Cachoeirinha, retirado para análise de estado em 2009.” Fonte: (SABESP, 2009 apud ORELLANA, 2011, p. 18).



**Figura 2.2** – Detalhamento do interior “de tubo de ferro fundido sem revestimento instalado em 1963, no setor de abastecimento Cachoeirinha, retirado para análise de estado em 2009.” Fonte: (SABESP, 2009 apud ORELLANA, 2011, p. 18).

- **Tubulações Plásticas**

Conforme esclarece Orellana (2011, p. 19), as tubulações plásticas foram introduzidas nos Estados Unidos por volta da década de 1920 e, desde então, têm sido bastante utilizadas, sobretudo para menores diâmetros.

A maior aceitação deste material ocorreu a partir de 1960. No Brasil, o início da produção comercial do principal material plástico utilizado em redes de distribuição de água (o PVC – Policloreto de Vinila) ocorreu em 1954. Existem muitos tipos de materiais plásticos, sendo que o PVC e o PE (Polietileno) são os mais utilizados para as redes de distribuição de água. Os materiais plásticos podem ser *termoplásticos* ou *termofixos*. Os termoplásticos podem ser amolecidos e moldados mais de uma vez através de aquecimento, os materiais de PVC e PE são classificados como termoplásticos. Os termofixos não podem ser amolecidos e moldados como os termoplásticos após sua conformação. Observa-se que os materiais plásticos reforçados com fibra de vidro estão entre os termofixos. Os materiais plásticos destacam-se pela baixa rugosidade da superfície interna, boa resistência química e resistência a corrosão.

Os tubos e conexões de PVC rígidos aplicados para distribuição de água potável em redes enterradas são produzidos de acordo com a NBR 5647 (PBA) e NBR 7665 (DEFOFO). Os tubos e as conexões PBA são fabricados na cor marrom, com juntas elásticas (JE), nos diâmetros nominais de 50, 75 e 100mm, de acordo com a NBR 5647, nas classes 12, 15 e 20, para pressões de serviço de 60, 75 e 100 mca, incluindo-se as variações dinâmicas. Os tubos de PVC DEFOFO são fabricados na cor azul, com juntas elásticas (JE) ou juntas elásticas integradas (JEI), nos diâmetros nominais de 100 a 500mm, de acordo com a NBR 7665, para a pressão de serviço de 100mca.

Os tubos de PVC DEFOFO possuem a característica de terem o diâmetro externo compatível com o diâmetro externo dos tubos de ferro fundido, sendo, portanto, facilmente conectados às conexões e tubos de ferro fundido. Por outro lado, podem ser utilizados nas redes de PVC PBA, conexões de ferro, produzidas especialmente para aplicação em redes de PVC. (CHAMA NETO, 2005 apud ORELLANA, 2011, p. 19, grifo nosso).

Já o polietileno de alta densidade (PEAD), segundo Chama Neto (2005 apud ORELLANA, 2011, p. 20),

[...] foi introduzido comercialmente na década de 50 e, atualmente, é o quarto termoplástico mais vendido e a segunda resina mais reciclada em todo o mundo. A resina de PEAD tem alta resistência ao impacto, inclusive em baixas temperaturas, e boa resistência contra agentes químicos. Os tubos de PE estão disponíveis no mundo em diâmetros que variam de 20 até 1.600 mm; entretanto, em redes de distribuição de água, normalmente são aplicados em diâmetros até 315 mm, excetuando-se os diâmetros de 20 e 32mm que são aplicados especificamente em ramais prediais de água. Os compostos de polietileno utilizados para a fabricação dos tubos e conexões de polietileno devem atender a classificação PE 80 e PE 100, e são classificados conforme norma ISO DIS 12162.

O próprio Orellana (2011, p. 20) salienta: “Há pouca literatura sobre a deterioração das tubulações de materiais plásticos, provavelmente em função das características desses materiais não apresentarem os mesmos fenômenos de oxidação e tuberculização das redes de ferro fundido sem revestimento.”

No tocante estritamente à alteração da seção transversal útil de PVC e PEAD pelo incremento de rugosidade (e diminuição numérica de seus coeficientes), afirma Tomás Velez Grilo (2007, p. 47): “De acordo com o levantamento efetuado da prática atual, não se identificou a necessidade de proceder à reabilitação de PVC e PEAD”,

### **2.3 A Eficiência Hidráulica e Energética nos Sistemas de Abastecimento de Água**

“O termo ‘eficiência’ se refere ao melhor uso de recursos (materiais brutos, fundos, força de trabalho, energia, água, entre outros), expressando uma relação entre o desempenho de um processo e os recursos utilizados.” (VILANOVA; BALESTIERI, 2015b, p. 542, tradução nossa).

Vilanova e Balestieri destacam que:

Várias técnicas de otimização, que têm sido testadas e validadas pela literatura, também podem ser aplicadas para melhorar o projeto de sistemas de distribuição de água. A maior parte dos estudos, todavia, despreza as condições e os custos operacionais do sistema, ignorando ainda as condições ótimas em termos energéticos, pois unicamente buscam definir soluções ótimas em termos de custos de investimento. Assim, essa é uma área promissora para futuras pesquisas com foco em técnicas de otimização multiobjetiva para atingir, simultaneamente, objetivos energéticos e econômicos [em SAAs]. (VILANOVA; BALESTIERI, 2014, p. 710, tradução e interpolação nossas).

Assinalam ainda Vilanova e Balestieri:

Apesar dos diversos tipos de metodologias e tecnologias necessários para resolver o problema das perdas de água, os custos da implantação dos resultados obtidos (não apenas de natureza econômica, mas também social e ambiental) ainda limitam consideravelmente sua mitigação. A maioria das oportunidades para eficiência hidráulica e energética requer dados informações hidráulicas e energéticas, que, idealmente, deveriam ser monitoradas continuamente em várias locais ao longo do sistema. (VILANOVA; BALESTIERI, 2014, p. 710, tradução nossa).

Infelizmente, essa realidade dificilmente ocorre nas concessionárias brasileiras.

Alguns valores genéricos de economia de energia associada a SAAs, originalmente apresentados pelo Plano Nacional de Energia – PNE 2030, estão listados na Tabela 2.2.

No mais, Vilanova e Balestieri (2014) consideram duas razões principais que podem ser apontadas para explicar a ineficiência hidráulica e energética de SAAs mundo afora:

- os custos de implantação das medidas de melhoria da eficiência, em muitos casos, não são atrativos na perspectiva dos gestores e dos tomadores de decisão das empresas que operam os sistemas, e os custos relacionados às perdas de água e energia são repassados aos consumidores nas contas de água. Além do mais, do ponto de vista financeiro, o principal insumo dos SAAs (água bruta) é, na maioria dos casos, obtido gratuitamente, o que torna injustificáveis investimentos na sua conservação;
- as diferentes bacias hidrográficas, nas quais os SAAs são localizados, geralmente ainda possuem boas quantidades de água disponíveis [com exceção, talvez, das bacias localizadas na região Nordeste e algumas localizadas na região Sudeste, sobretudo no último período de estiagem]. (VILANOVA; BALESTIERI, 2014, p. 710, tradução e interpolação nossas).

**Tabela 2.2** – Estimativas de economia de energia em SAAs. Fonte: (XENERGY, 1998 apud VILANOVA; BALESTIERI, 2014, p. 710, tradução nossa).

AÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA	ECONOMIA DE ENERGIA
<b>Redução de energia requerida</b>	
Uso de reservatórios para controle de vazão e armazenamento	10% – 20% de economia
Eliminação de trechos em <i>by-pass</i> e outras vazões desnecessárias	
Aumento dos diâmetros de tubulações	5% – 20% de economia, porém com altos custos associados
Reduções nos limites dos parâmetros superdimensionados de projeto na definição da capacidade do sistema	5% – 10% de economia
<b>Projeto correto de bombas baseado nas diferentes cargas</b>	
Dimensionamento correto das bombas	Bombas geralmente apresentam uma média de 15% – 25% de superdimensionamentos
Velocidade reduzida ou controlada dos rotores das bombas	
Uso de inversores de frequência em vez de válvulas	30% – 80% de economia, aplicável a sistemas com grande variação de cargas
<b>Uso de equipamentos mais eficientes</b>	
Substituição das bombas por outras mais eficientes ou com ponto de operação mais eficiente, compatível com o ponto de operação dos sistemas	16% das bombas geralmente possuem mais de 20 anos de uso, e o ponto de operação do sistema é variável com o tempo, de maneira que o melhor ponto de eficiência original não é o mesmo de quando o sistema foi projetado. A eficiência, nesse caso, pode decair de 10% a 25 %. As bombas modernas são 2% a 5% mais eficientes que as antigas. A economia de energia pode variar de 2% a 10%.
Substituição de correias por acoplamento direto	1% de economia
<b>Operação e manutenção</b>	
Substituição de rotores desgastados e checagem dos rolamentos, selos mecânicos e outros selos	1% – 6% de economia

## 2.4 Medição de Desempenho da Relação Água-Energia no Saneamento: Estado da Arte e Consolidação dos Principais Indicadores de Desempenho

### 2.4.1 Aspectos gerais de indicadores de eficiência energética

Segundo Vilanova e Balestieri (2015b, p. 542, tradução e interpolação nossas):

O desenvolvimento de um indicador de eficiência (ou indicador de desempenho) começa com o estabelecimento de um limite de controle e um valor referencial [...] [num dado contexto de análise]. O limite de controle corresponde ao menor nível aceitável do desempenho para esse indicador, a partir do qual ações de melhoria/reparo são inevitáveis. [...]. Um valor referencial corresponde a um objetivo de eficiência vinculado a um indicador, dentro de um período viável para a sua realização [...]. No caso de medição da eficiência relativa, um valor referencial pode ser representado como um *benchmark*, isto é, o valor de uma certa variável obtido de um sistema ou parte de um sistema que é considerado uma referência de eficiência (em estado ótimo). Em outras palavras, se fixado mediante *benchmarking*, o valor referencial compara o estado de um sistema com outro considerado o mais eficiente na execução dos mesmos processos. [...].

Os vários modos de calcular os índices que expressam a eficiência energética em um sistema são denominados de medição de desempenho da eficiência energética [TANAKA, 2008]. Para Tanaka (2008), os métodos tradicionais para a própria quantificação da eficiência energética são baseados em indicadores termodinâmicos e físicos. Esses métodos são: (1) a eficiência de energia térmica de um equipamento (razão entre o consumo de energia e a energia útil produzida, aplicável à conversão de energia e tecnologias de uso final); (2) o consumo específico de energia (consumo de energia dividido pela unidade física produzida, o que, no caso dos SAAs, é expresso pela razão entre o consumo de energia e a quantidade de água produzida em um dado período de tempo, em kWh.m<sup>-3</sup>); (3) a taxa absoluta de consumo de energia (quantidade total de energia consumida por uma unidade produtora num dado período de tempo, constituindo um valor absoluto para o qual uma comparação só é possível entre sistemas idênticos que operam nas mesmas taxas de produção; e (4) a taxa de difusão de tecnologias e equipamentos energeticamente eficientes.

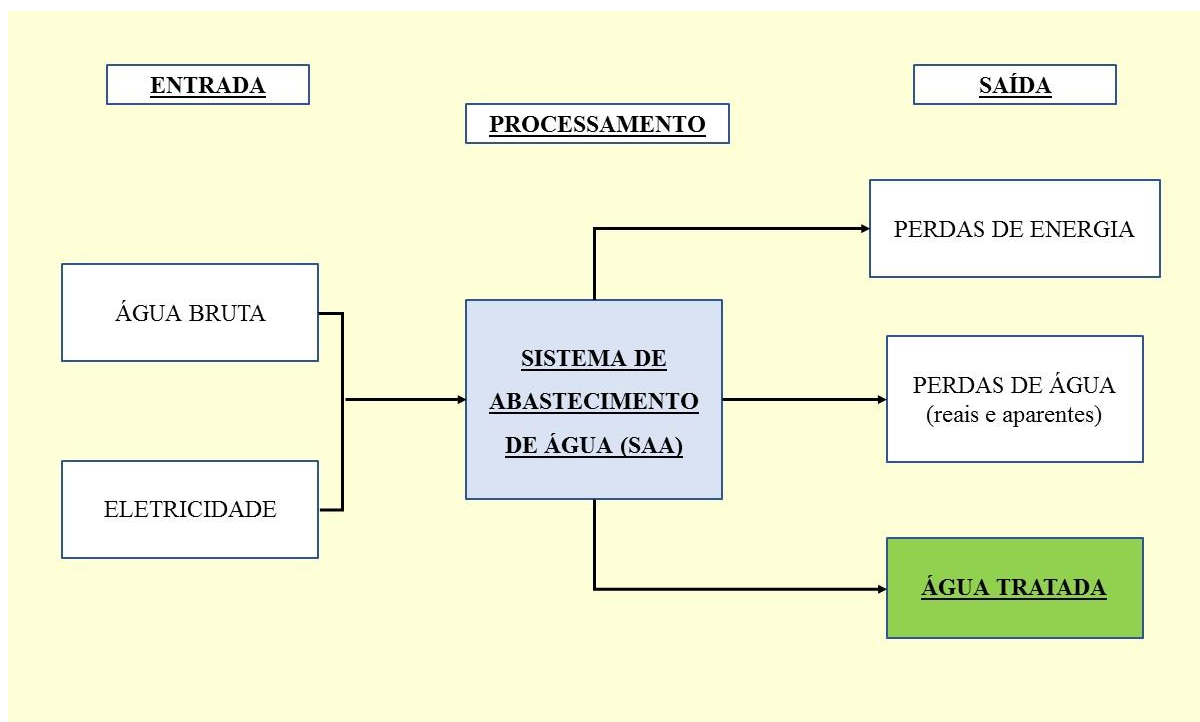
## 2.4.2 Arquitetura genérica de modelos hidráulicos e energéticos de SAAs

Inicialmente, saliente-se que o modelo para o desenvolvimento dos indicadores, considerado tanto no trabalho de Vilanova e Balestieri (2015b) quanto nesta pesquisa, tem as seguintes limitações conceituais:

- (1) considera apenas os SAAs convencionais e não trata o caso, por exemplo, de [sistemas com presença de estruturas de] dessalinização ou de reuso de efluentes;
- (2) é restrito à avaliação dos fluxos hidráulicos e energéticos através de processos de tratamento e transporte de água, desprezando, por exemplo, fluxos de energia térmica;
- (3) assume que o maior uso da eletricidade nos SAAs convencionais é devido ao uso de conjuntos motor-bomba para o transporte da água (estima-se que 80 a 90% da eletricidade usada em SAAs é consumida por conjuntos motor-bomba [...], um fato que justifica a delimitação proposta). Outros usos de eletricidade (tais como iluminação da estação de tratamento) são vistos como secundários, e não serão considerados no desenvolvimento dos indicadores propostos. (VILANOVA; BALESTIERI, 2015b, p. 543-544, tradução e interpolação nossas).

A Figura 2.3 mostra a arquitetura do modelo genérico de um SAA, para efeito de avaliação de sua eficiência hidráulica e energética. Aí se constata como os recursos de entrada do sistema (água bruta e eletricidade) são convertidos, por intermédio de todos os processos intrínsecos ao sistema, nos recursos de saída (perdas energéticas, perdas de água e a água tratada propriamente dita que será entregue aos consumidores finais).

Quanto aos indicadores usados para medição de desempenho de SAAs, em diferentes países e sistemas, Vilanova, Magalhães Filho e Balestieri destacam que eles “são usualmente bastante similares” e que “é comum que indicadores sejam categorizados de acordo com sua natureza, para representar diferentes aspectos do desempenho do sistema.” (VILANOVA; MAGALHÃES FILHO; BALESTIERI, 2015, p. 5, tradução nossa).



**Figura 2.3** – Esquema geral de aplicação de indicadores baseada no modelo global hidráulico e energético de SAAs. Fonte: (VILANOVA; BALESTIERI, 2015b, p. 545), adaptada pelo Autor.

A Tabela 2.3, adaptada de Vilanova, Magalhães Filho e Balestieri (loc. cit.), “explicita as principais categorias, tidas como fundamentais pela IBNET<sup>2</sup>, que podem ser consideradas representativas dos vários conjuntos de indicadores comumente usados no setor de abastecimento de água.”

Vilanova, Magalhães Filho e Balestieri, por fim, discutem alguns casos, extraídos da bibliografia técnica especializada, nos quais indicadores são utilizados como ferramentas para análise de desempenho em SAAs, e apresentam algumas aplicações bem-sucedidas de indicadores em cidades da Escandinávia (Copenhague, Oslo, Helsinque, Estocolmo, Gotemburgo e Malmo), Portugal, República Tcheca, Canadá e Brasil. (VILANOVA; MAGALHÃES FILHO; BALESTIERI, 2015, p. 6-7).

<sup>2</sup> Sigla do inglês *International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities*.

**Tabela 2.3** – Classes de indicadores de desempenho nos sistemas de abastecimento de água. Fonte: (VILANOVA; MAGALHÃES FILHO; BALESTIERI, 2015, p. 5), adaptada pelo Autor.

<b>CATEGORIA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>EXEMPLOS DE INDICADORES</b>
<b>Cobertura de serviço</b>	Representa a cobertura do serviço ofertado, associado à população e às economias em questão. Esses indicadores podem ser associados com o nível de desenvolvimento local e regional.	Cobertura do abastecimento (% do total da população com acesso aos serviços de abastecimento).
<b>Produção e consumo de água</b>	Define o balanço de água nos sistemas, e pode representar o uso eficiente e racional dos recursos hídricos.	Produção de água (litros por pessoa por dia); consumo residencial (litros por pessoa por dia).
<b>Perdas de água</b>	Representa o uso ineficiente dos recursos hídricos, associado às perdas de água (físicas e aparentes) em diferentes níveis de serviço.	Perda de água (% do volume faturado de água em relação ao volume produzido).
<b>Práticas de medição</b>	Representa as práticas de medição do sistema, as quais consistem em uma importante ferramenta gerencial.	Nível de medição (% de ligações com medidores operacionais).
<b>Desempenho das redes de tubulações</b>	Associa as ocorrências operacionais (como, por exemplo, rupturas em tubulações) com as características dimensionais e espaciais das redes de água.	Rupturas de tubulação (rupturas por km por ano).
<b>Custos e recursos humanos</b>	Representa os níveis dos recursos tanto econômicos quanto humanos, geralmente associados com os outputs do sistema.	Custos operacionais unitários (R\$/metro cúbico de água vendida); pessoal por ligação (número de empregados por ligação).
<b>Qualidade do serviço</b>	Representa a eficácia das características do sistema no tocante à satisfação de seus consumidores.	Continuidade do serviço (horas por dia de serviço); qualidade da água abastecida (% das amostras da água que atendem aos padrões técnicos de potabilidade).
<b>Faturamentos e ligações</b>	Refletem os recursos econômicos de entrada e os custos consumidores da água, e pode tanto ser associado ao PIB quanto a outras variáveis de referência.	Receita média (R\$/metro cúbico de água vendida).
<b>Desempenho financeiro</b>	Representa, direta ou indiretamente, as relações entre os custos operacionais da água abastecida e as receitas obtidas através das contas de água.	Cobertura operacional de custos (% obtida da razão entre os custos totais operacionais anuais e as receitas obtidas).
<b>Ativos</b>	Refletem a capacidade do sistema de ser econômica e financeiramente sustentável, gerando ativos que podem ser aplicados em melhorias e expansão dos sistemas.	Imobilizado bruto (R\$/população servida).



Como assinalam Vilanova e Balestieri:

Atingir a eficiência hidráulica e energética dos SAAs é uma necessidade estratégica para que a sustentabilidade de cidades e nações possa ser alcançada. Tais sistemas usualmente requerem uma grande quantidade de eletricidade para o bombeamento, enquanto uma parte significativa de água produzida é desperdiçada. Estima-se que de 2% a 3% da eletricidade consumida no mundo seja usada no abastecimento de água. (VILANOVA; BALESTIERI, 2015b, p. 541, tradução nossa).

Conforme explicitado anteriormente neste trabalho, alguns dos muitos métodos para implementar melhorias na eficiência energética e hidráulica em SAAs podem vir de simples (porém eficazes) reabilitações de tubulações, até detecções e eliminação de vazamentos em tubulações de redes de distribuição, gerenciamento das pressões de rede para redução das perdas físicas ou reais de água, recuperação hidrelétrica de energia, e o monitoramento operacional em tempo real de sistemas. Numerosos outros aspectos, contudo, podem ser citados.

Nesse sentido, Vilanova e Balestieri (2015b, p. 541, tradução nossa) salientam que:

Indicadores são ferramentas de representação de sistemas complexos, que permitem adquirir e analisar informações para o acompanhamento de sua evolução. [...]. Os indicadores usualmente desprezam as características individuais dos sistemas de abastecimento de água, que são necessárias para a normalização e comparação de processos de produção e para o uso de fontes de energia em diferentes sistemas. De acordo com Giacone e Mancò (2012), quando não for possível levar em consideração todas as variáveis que afetam a eficiência energética de diferentes instalações, o uso de indicadores de eficiência energética para comparar essas instalações pode levar a conclusões equivocadas. O principal exemplo das mencionadas inconveniências é o uso do consumo específico de energia (CEE) para comparação de dois sistemas de abastecimento de água. O CEE é definido como a quantidade de energia requerida para a produção/fornecimento de 1 m<sup>3</sup> de água.

Vilanova e Balestieri asseveram ainda que:

O CEE não fornece informações sobre a eficiência do uso energético [dos sistemas que se quer analisar]. Assim, um CEE menor não necessariamente significa que um SAA é mais eficiente do que outro com um valor maior desse indicador. Isso pode ser entendido considerando que ambas as características físicas (*e.g.*, como a topografia da região, a localização geográfica dos mananciais e dos consumidores, entre outros) podem requerer maiores cargas dos conjuntos motor-bomba e, consequentemente, maior consumo de eletricidade para fornecer o mesmo volume de água. (VILANOVA; BALESTIERI, 2015b, tradução e interpolação nossas).

São conhecidas, diante do exposto, tanto a importância de atingir o maior nível possível de eficiência energética em SAAs, no contexto do desenvolvimento sustentável, quanto a necessidade de desenvolvimento de ferramentas eficazes de medição de eficiência energética para quantificar os benefícios que medidas dessa natureza podem gerar nos SAAs. Busca-se, nesta Dissertação, consolidar o conhecimento técnico-científico sobre a aplicação de indicadores de desempenho — especificamente de indicadores de eficiência energética —, a SAAs.

Em sua concepção, tais indicadores devem, por natureza, ermitir a comparação entre a situação atual do sistema e a condição ótima de sua operação, representada por um valor de referência. Esse valor busca corresponder ao menor consumo/demanda de carga elétrica e/ou hidráulica que possibilite atingir os limites e necessidades operacionais do sistema (materializados pelas demandas de água e pelas pressões de serviço, por exemplo), considerando o melhor uso de energia hidráulica implícita em volumes de água transportados pelo SAA.

A abordagem aqui proposta, alicerçada primordialmente no trabalho de Vilanova e Balestieri (2015b), é uma contribuição às metodologias tradicionais de medição e à literatura técnica de indicadores de desempenho aplicados a SAAs. Será exposto, a seguir, um conjunto de indicadores, com forte base física e balizamento operacional, que objetive considerar as características individuais dos sistemas, a fim de quantificar as potenciais economias de energia em relação a seus respectivos estados hidráulicos ótimos.

### **2.4.3 Consolidação de indicadores energéticos aplicados aos SAAs presentes na literatura técnica**

Serão aqui expostos dois grandes conjuntos de indicadores de desempenho energético de SAAs: os indicadores já aplicados mundialmente pela *International Water Association* (IWA) e os indicadores obtidos, direta ou indiretamente, no Brasil pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Enfatize-se, contudo, que muitos dos indicadores apresentados aqui já foram estudados e/ou aplicados por numerosos outros pesquisadores e instituições.

#### **• Indicadores concebidos pela IWA**

##### **a) Indicador de utilização da capacidade de bombeamento**

Trata-se, basicamente, da razão entre o consumo de energia (em kWh) de todos os conjuntos motor-bomba de uma estação elevatória no dia de maior consumo (para um período sugerido de um ano), e sua potência nominal [kW] multiplicada por 24h. Fisicamente, esse indicador define a capacidade de bombeamento remanescente no dia mais crítico, do ponto de vista energético, do abastecimento. Baixos valores para ele podem representar: (a) conjuntos motor-bomba superdimensionados; ou (b) operação insuficiente ou baixa capacidade de armazenamento de água.

### **b) Indicador de consumo específico de energia normalizado**

Esse é um dos indicadores mais relevantes para a mensuração da eficiência energética em SAAs. Tal indicador é derivado do tradicional CEE (Consumo Específico de Energia), e relaciona o consumo de energia (em kWh) com a produção de uma unidade física de saída (no caso, 1 m<sup>3</sup> de água).

Com o objetivo de adaptar o CEE para o uso na comparação entre diferentes SAAs, a IWA desenvolveu o indicador denominado *consumo específico de energia normalizado*. O termo “normalizado” refere-se ao cálculo do CEE em relação à mesma carga hidráulica padronizada (no caso, 100 mca).

### **c) Indicador de consumo de energia reativa**

Motores de indução precisam de uma parcela da potência consumida para estabilizar o campo magnético dentro do motor e gerar sua rotação, em uma parcela denominada de potência reativa. Assim, tal indicador relaciona a energia reativa consumida com o total de energia consumida em um determinado processo.

### **d) Indicador de recuperação energética**

Corresponde à razão entre a recuperação energética por meio de turbinas hidráulicas (ou bombas reversíveis) e o total de energia consumida na instalação. Uma análise extensa de recuperação hidrelétrica em SAAs, nesse sentido, foi exposta por Vilanova e Balestieri (2014) e por Kucukali (2010).

### **• Indicadores obtidos, direta ou indiretamente, do SNIS**

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento é um importante banco de dados gerido pelo Ministério das Cidades do Brasil. Desde 1995, o SNIS vem, em bases anuais, reunindo informações (institucionais, administrativas, operacionais, gerenciais e econômicas, entre outros tipos) sobre a maior parte dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e gestão de resíduos sólidos no Brasil, classificando-os e tornando as informações disponíveis no formato de indicadores. A maior parte das possíveis incertezas em resultados, nesse contexto, pode ser atribuída exclusivamente à coleta de dados por parte das próprias equipes técnicas no âmbito do SNIS.

Vilanova e Balestieri (2015a) empreenderam uma exaustiva prospecção no âmbito do SNIS, lançando mão, até, de rigorosa análise estatística, sobre cenário brasileiro que caracteriza a utilização da energia elétrica no saneamento, notadamente no setor de abastecimento de água. Todas as análises foram realizadas para o ano de 2012. Foram

considerados os **17 principais indicadores** que, direta ou indiretamente, podem mensurar a relação água-energia em SAAs brasileiros.

Todos os indicadores são descritos na Tabela 2.4. Observe-se que as siglas dos indicadores derivam do seu significado em inglês (v. **Lista de Abreviaturas e Siglas**). Para a elaboração dessa tabela, foram utilizados os elementos (informações e indicadores) do SNIS mostrados na Tabela 2.5.

**Tabela 2.4** – Lista de indicadores baseados no SNIS. Fonte: (BRASIL, 2014 apud VILANOVA; BALESTIERI, 2015a, p. 419, tradução e interpolações nossas).

INDICADOR	SIGLA	UNIDADE	DESCRIÇÃO
<b>INDICADORES PER CAPITA</b>			
Produção de água <i>per capita</i>	PCWP	litros/(hab.dia)	Volume diário de água produzida por consumidor atendido
Consumo de água <i>per capita</i>	PCWC	litros/(hab.dia)	Volume diário de água consumida por consumidor atendido
Perdas de água <i>per capita</i>	PCWL	litros/(hab.dia)	Volume diário de água perdida por consumidor atendido
Consumo de energia <i>per capita</i>	PCEC	kWh/(hab.dia)	Consumo anual de energia no SAA por consumidor atendido
<b>INDICADORES DE PERDAS DE ÁGUA</b>			
Índice de perdas de água	WLI	%	Porcentagem de água que não chega ao consumidor final em relação ao total do volume produzido
Índice de perdas de água na distribuição	DWLI	%	Porcentagem de água que não chega ao consumidor final em relação ao total do volume produzido, desconsiderando as perdas de serviço
Índice de perda de água de serviço	SWLI	%	Porcentagem de água usada no serviço de abastecimento que não chega ao consumidor final em relação ao volume total produzido
Perdas de água lineares	LWL	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /(ano.km)	Volume anual de perdas de água na distribuição, por quilômetro de rede
<b>INDICADORES DE ENERGIA</b>			
Consumo específico de energia	SEC	kWh/m <sup>3</sup>	Consumo de eletricidade por metro cúbico de água produzida
Consumo específico de energia associado a perdas de água	SECWL	kWh/m <sup>3</sup>	Eletricidade implícita em cada metro cúbico de perdas de água na cidade
Consumo específico de energia útil	USEC	kWh/m <sup>3</sup>	Eletricidade implícita em cada metro cúbico de água consumida na cidade
Eficiência água-energia	WEE	%	Porcentagem de eletricidade implícita em cada metro cúbico de água consumido em relação ao consumo de eletricidade por metro cúbico produzido

INDICADORES DE GASES DO EFEITO ESTUFA (GEEs)			
Emissões específicas de GEEs	SCO2E	kg CO <sub>2e</sub> /m <sup>3</sup>	Emissões de CO <sub>2e</sub> associadas diretamente com o consumo de eletricidade em SAAs da cidade
Emissões específicas de GEEs associadas com perdas de água	WLSCO2E	kg CO <sub>2e</sub> /m <sup>3</sup>	Emissões de CO <sub>2e</sub> associadas diretamente com o consumo de eletricidade nas SAAs da cidade resultantes dos volumes perdidos de água
INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIROS			
Despesas médias com eletricidade	MEEEXP	R\$/m <sup>3</sup>	Despesa média com eletricidade por metro cúbico de água produzida
Parcela de eletricidade nas despesas operacionais	EEXPEX	%	Porcentagem de despesas com eletricidade em relação a despesas operacionais
Parcela de eletricidade nas despesas totais de serviço	EEXPTEX	%	Porcentagem de despesas com eletricidade em relação à despesa total

**Tabela 2.5** – Lista de indicadores extraídos do SNIS. Fonte: (BRASIL, 2014 apud VILANOVA; BALESTIERI, 2015a, p. 430; BRASIL, 2014, p. A.10 et seq.).

SIGLA	DESCRIÇÃO	UNIDADE
AG001	<b>População total atendida com abastecimento de água:</b> valor da população total atendida com abastecimento de água pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência. Corresponde à população urbana que é efetivamente atendida com os serviços acrescida de outras populações atendidas localizadas em áreas não consideradas urbanas. Não deve ser confundida com o total da população residente dos municípios com abastecimento de água.	habitante
AG002	<b>Quantidade de ligações ativas de água:</b> quantidade de ligações ativas de água à rede pública, providas ou não de hidrômetro, que estavam em pleno funcionamento no último dia do ano de referência.	ligação
AG004	<b>Quantidade de ligações ativas de água micromedidas:</b> quantidade de ligações ativas de água, providas de hidrômetro, que estavam em pleno funcionamento no último dia do ano de referência.	ligação
AG005	<b>Extensão da rede de água:</b> comprimento total da malha de distribuição de água, incluindo adutoras, subadutoras e redes distribuidoras e excluindo ramais prediais, operada pelo prestador de serviços, no último dia do ano de referência.	km

<b>AG006</b>	<b>Volume de água produzido:</b> volume anual de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada (AG016), ambas tratadas na(s) unidade(s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s) ou UTS(s). Inclui também os volumes de água captada pelo prestador de serviços ou de água bruta importada (AG016), que sejam disponibilizados para consumo sem tratamento, medidos na(s) respectiva(s) entrada(s) do sistema de distribuição.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano
<b>AG007</b>	<b>Volume de água tratado em ETA(s):</b> volume anual de água submetido a tratamento, incluindo a água bruta captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada (AG016), medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s). Deve estar computado no volume de água produzido (AG006). Não inclui o volume de água tratada por simples desinfecção em UTS(s) (AG015) nem o volume importado de água já tratada (AG018).	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano
<b>AG008</b>	<b>Volume de água micromedido:</b> volume anual de água medido pelos hidrômetros instalados nas ligações ativas de água (AG002). Não deve ser confundido com o volume de água consumido, identificado pelo código AG010, pois nesse último incluem-se, além dos volumes medidos, também aqueles estimados para os usuários de ligações não medidas. O volume da informação AG010 deve ser maior ou igual ao volume da informação AG008.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano
<b>AG010</b>	<b>Volume de água consumido:</b> volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido (AG008), o volume de consumo estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro parado, acrescido do volume de água tratada exportado (AG019) para outro prestador de serviços. Não deve ser confundido com o volume de água faturado, identificado pelo código AG011.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano
<b>AG015</b>	<b>Volume de água tratada por simples desinfecção:</b> volume anual de água captada de manancial subterrâneo ou fonte de cabeceira, ou de água bruta importada, que apresenta naturalmente características físicas, químicas e organolépticas que a qualificam como água potável e, por isso, é submetida apenas a simples desinfecção, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) UTS(s). Deve estar computado no volume de água produzido (AG006). Não inclui o volume de água tratada em ETA(s) (AG007) nem o volume de água tratada importada (AG018).	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano
<b>AG018</b>	<b>Volume de água tratada importado:</b> volume anual de água potável, previamente tratada — em ETA(s) ou em UTS(s) —, recebido de outros agentes fornecedores. Deve estar computado no volume de água macromedido (AG012), quando efetivamente medido. Não deve ser computado nos volumes de água produzido (AG006), tratado em ETAs (AG007) ou tratado por simples desinfecção (AG015).	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano
<b>AG019</b>	<b>Volume de água tratada exportado:</b> volume anual de água potável, previamente tratada — em ETA(s) (AG007) ou em UTS(s) (AG015) —, transferido para outros agentes distribuidores. Deve estar computado nos volumes de água consumido (AG010) e faturado (AG011), nesse último caso se efetivamente ocorreu faturamento. A receita com a exportação de água deve estar computada em receita operacional direta de água exportada (bruta ou tratada).	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano

<b>AG024</b>	<b>Volume de água de serviço:</b> valor da soma dos volumes anuais de água usados para atividades operacionais e especiais, acrescido do volume de água recuperado. As águas de lavagem das ETAs ou UTSs não devem ser consideradas. A receita com água recuperada deve estar computada na informação FN005.	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /ano
<b>AG028</b>	<b>Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água:</b> quantidade anual de energia elétrica consumida nos sistemas de abastecimento de água, incluindo todas as unidades que compõem os sistemas, desde as operacionais até as administrativas. A despesa com energia elétrica deve estar computada na informação FN013.	10 <sup>3</sup> kWh/ano
<b>FN013</b>	<b>Despesa com energia elétrica:</b> valor anual das despesas realizadas com energia elétrica (força e luz) nos sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, incluindo todas as unidades do prestador de serviços, desde as operacionais até as administrativas.	R\$/ano
<b>FN015</b>	<b>Despesas de exploração (DEX):</b> valor anual das despesas realizadas para a exploração dos serviços, compreendendo Despesas com Pessoal, Produtos Químicos, Energia Elétrica, Serviços de Terceiros, Água Importada, Esgoto Exportado, Despesas Fiscais ou Tributárias computadas nas DEX, além de Outras Despesas de Exploração (FN027).	R\$/ano
<b>FN017</b>	<b>Despesas totais com os serviços:</b> valor anual total do conjunto das despesas realizadas para a prestação dos serviços, compreendendo Despesas de Exploração (DEX), Despesas com Juros e Encargos das Dívidas (incluindo as despesas decorrentes de variações monetárias e cambiais), Despesas com Depreciação, Amortização do Ativo Diferido e Provisão para Devedores Duvidosos, Despesas Fiscais ou Tributárias não Computadas nas DEX, mas que compõem as Despesas Totais com os Serviços (DTS), além de Outras Despesas com os Serviços.	R\$/ano
<b>IN009</b>	<b>Índice de hidrometração</b>	%
<b>IN010</b>	<b>Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado</b>	%
<b>IN022</b>	<b>Consumo médio <i>per capita</i> de água</b>	ℓ/(hab.dia)
<b>IN044</b>	<b>Índice de micromedição relativo ao consumo</b>	%
<b>IN049</b>	<b>Índice de perdas na distribuição</b>	%
<b>IN050</b>	<b>Índice bruto de perdas lineares</b>	m <sup>3</sup> /(dia.km)
<b>IN058</b>	<b>Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água</b>	kWh/m <sup>3</sup>

Por fim, com base na própria simbologia do SNIS exposta anteriormente, são apresentadas na Tabela 2.6 as equações para o cálculo de todos os indicadores, Observe-se que EF, nas equações de SCO2E e SCO2EWL, é o *fator de emissão*, definido como a razão entre o total de emissões de CO<sub>2e</sub> num dado cenário e em certo período e a produção de eletricidade no mesmo cenário e no mesmo período. (VILANOVA; BALESTIERI, 2015a, p. 420). O fator de emissão de CO<sub>2e</sub> é usualmente expresso em ton CO<sub>2e</sub>/MWh.

**Tabela 2.6** – Equações para o cálculo dos indicadores com base no SNIS. Fonte: (VILANOVA; BALESTIERI, 2015a, p. 431), adaptada pelo Autor.

INDICADOR	NOME	EQUAÇÃO
DWLI	Índice de perdas de água na distribuição	$DWLI = 100 \cdot \left(1 - \frac{AG010}{AG006 - AG024}\right)$
EPEEXP	Parcela de eletricidade nas despesas operacionais	$EPEEXP = 100.(FN013/FN015)$
EPTEXP	Parcela de eletricidade nas despesas totais de serviço	$EPTEXP = 100.(FN013/FN017)$
IN009	Índice de hidrometração	$IN009 = AG004/AG002$
IN010	Índice de micromedicação relativo ao volume disponibilizado	$IN010 = AG008/(AG006 - AG024)$
IN022	Consumo médio <i>per capita</i> de água	$IN022 = (AG010 - AG019)/AG001$
IN044	Índice de micromedicação relativo ao consumo	$IN044 = AG008/(AG010 - AG019)$
IN049	Índice de perdas na distribuição	$IN049 = \frac{AG006 + AG018 - AG024 - AG010}{AG006 + AG018 - AG024}$
IN050	Índice bruto de perdas lineares	$IN050 = \frac{AG006 + AG018 - AG024 - AG010}{AG005}$
IN058	Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água	$IN058 = AG028/(AG006 + AG018)$
LWL	Perdas de água lineares	$LWL = (AG006 - AG010 - AG024)/AG005$
MEEXP	Despesas médias com eletricidade	$MEEXP = FN013/(1000.AG006)$
PCEC	Consumo de energia <i>per capita</i>	$PCEC = 1000.AG028/AG001$
PCWL	Perdas de água <i>per capita</i>	$PCWL = PCWP - IN022$
PCWP	Produção de água <i>per capita</i>	$PCWP = AG006.10^3/(365.AG001)$
SCO2E	Emissão específica de GEEs	$SCO2E = EF.SEC$
SCO2EWL	Emissão específica de GEEs associada às perdas de água	$SCO2EWL = EF.SECWL$
SEC	Consumo específico de energia	$SEC = AG028/AG006$
SECWL	Consumo específico de energia associada às perdas de água	$SECWL = SEC.WLI$
SWLI	Índice de perdas de água de serviço	$SWLI = 100.(AG024/AG006)$
USEC	Consumo específico de energia útil	$USEC = SEC - SECWL$
WEE	Eficiência água-energia	$WEE = 100.(USEC/SEC)$
WLI	Índice de perdas de água	$WLI = 1 - (AG010/AG006)$



O conjunto de indicadores apresentados permite, com satisfatório nível de precisão, empreender uma completa exploração da complexidade hidráulico-energética envolvida na otimização dos SAAs, podendo ajudar enormemente os gestores no processo de tomada de decisões. Nesse contexto, podem ser geradas informações detalhadas para engenheiros e técnicos responsáveis pela análise e pela implementação de medidas de eficiência energética.

É importante enfatizar que o sistema proposto de indicadores energéticos permite avaliar completamente todos os fluxos hidráulico-energéticos de um SAA, como proposto no modelo da Figura 2.3, e, portanto, permite também avaliar os resultados de várias medições de eficiência energética aplicáveis a SAAs.

O indicador de eficiência energética de redes de distribuição de água ( $I_{EE}$ ), proposto por esta pesquisa, insere-se justamente nesse escopo, buscando enriquecer ainda mais os processos de avaliação da eficiência hidráulica e energética de SAAs, e será mais bem esclarecido no Capítulo 3.

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGIA**

É de fundamental importância compreender e quantificar o papel intrínseco que a energia exerce no abastecimento de água, com o intuito de desenvolver políticas públicas integradas que assegurem o uso sustentável dos dois recursos. Para cumprir esse objetivo, devem-se empreender modelos e tecnologias eficientes, bem como ações de planejamento para a expansão do abastecimento por intermédio de opções apropriadas do ponto de vista da sustentabilidade. Assim, decisões de gestão no setor de abastecimento de água devem necessariamente considerar o uso de energia, já que tal paradigma pode levar a significativos níveis de economia energética e, consequentemente, de preservação dos recursos naturais.

Tendo em vista tanto a importância de alcançar o maior nível possível de eficiência energética em SAAs no contexto do desenvolvimento sustentável quanto a necessidade de desenvolvimento de ferramentas de medição efetivas de eficiência energética para avaliar quantitativamente as benfeitorias que medidas dessa natureza podem gerar nos SAAs, o presente Capítulo objetiva detalhar o máximo possível a metodologia usada nesta pesquisa.

Esses indicadores, em sua concepção, devem admitir a comparação entre a situação atual do sistema com a condição de operação o mais otimizada possível, representada por um valor de referência. Esse valor, em geral, almeja corresponder ao menor consumo/demanda de carga elétrica e/ou hidráulica que possibilite o alcance dos limites e necessidades operacionais do sistema (representados pelas demandas de água e pelas pressões de serviço, por exemplo), considerando o melhor uso de energia hidráulica implícita em volumes de água transportados pelo SAA.

Inicialmente, serão apresentados os aspectos gerais concernentes ao índice de energia dissipada de redes de distribuição de água ( $i_{ED}$ ), cujo entendimento é de suma importância para a compreensão da pesquisa. Em seguida, serão expostos todos os fatores pertinentes ao  $I_{EE}$  propriamente dito, com maiores detalhamentos sobre como, a título de exemplificação, dois valores de  $i_{ED}$ , oriundos de dois cenários analíticos — um tido como modelo ou referência, e outro, como aquele cuja eficiência hidroenergética se deseja aferir —, podem ser utilizados para avaliar, positiva ou negativamente, a capacidade de transporte de água na rede em estudo.

### 3.1 Índice de Energia Dissipada em Redes de Distribuição de Água (i<sub>ED</sub>)

Para esta pesquisa, propõe-se um modelo baseado na aplicação de um índice e de um indicador de desempenho que, inter-relacionados, podem enriquecer consideravelmente a análise sobre a eficiência energética e hidráulica de um determinado sistema urbano de distribuição de água.

O primeiro deles, denominado de *índice de energia dissipada na rede de distribuição* (i<sub>ED</sub>), relaciona a perda de carga hidráulica em todos os trechos de tubulações da rede e a extensão total dessa rede, proporcionando, assim, um valor numérico (na unidade mca/km, por exemplo) que permite julgar o quanto uma determinada rede está dissipando de energia do ponto de vista hidráulico.

Para detalhá-lo melhor, é necessário conceituar, sucintamente, *perda de carga hidráulica*, que pode ser de duas naturezas principais. O primeiro tipo, conforme Gomes (2009a), é gerado pelo fenômeno que ocorre por parte da energia que os líquidos dispõem em regime dinâmico se dissiparem graças ao efeito de sua viscosidade ou atrito interno, unido ao efeito da turbulência ou dos choques entre as partículas do fluido. Essa parte da energia dissipada, que se transforma em calor, pode também ser denominada de *perda de carga por atrito*, *perda de energia por atrito* ou *perda de carga contínua ao longo do conduto*.

Além disso, ainda segundo Gomes (2009a), as conexões e peças especiais (curvas, tês, registros, válvulas, etc.), existentes nas adutoras e redes de tubulações, produzem distorções mais ou menos bruscas nas seções do escoamento, que também geram perdas de carga, desta vez denominadas *perdas de cargas localizadas* naqueles pontos singulares.

As perdas contínuas “são determinadas por meio de fórmulas empíricas, que foram desenvolvidas para distintas condições experimentais.” (GOMES, 2009a, p. 40). Ainda de acordo com Gomes (loc. cit.):

Para um regime de escoamento turbulento, que é o tipo reinante nos fluxos pressurizados em adutoras e redes de distribuição de água, são muito conhecidas as fórmulas empíricas de Manning, Darcy-Weisbach, Hazen-Williams, Flamant, Scimeni, Scobey, entre outras.

Existe também toda uma abordagem conceitual para o cálculo das perdas de carga localizadas. Contudo, sua determinação, gerada a partir das perdas produzidas por cada peça especial, é, em muitos casos, trabalhosa e ineficaz, devido à dificuldade de diagnosticar caso por caso o valor das perdas singulares das distintas peças, de diferentes fabricantes, existentes na rede hidráulica. Nesse contexto, é grande a incerteza do resultado final.

Para vencer esse inconveniente, as perdas de carga localizadas de todas as peças especiais do abastecimento de água são estimadas, na prática, mediante uma porcentagem das

perdas totais por atrito da rede de tubulações. Tal porcentagem, que varia normalmente entre 5% e 15%, não considera as perdas de carga localizadas ocasionadas nas peças especiais de regulação e controle da rede hidráulica. Essas peças ou equipamentos (tais como filtros, reguladores de pressão, limitadores de vazão, etc.) geram perdas acentuadas, que devem ser computadas separadamente no cálculo total da carga requerida pelo sistema.

É possível demonstrar, com a aplicação da Equação de Bernoulli aos nós de montante e jusante de cada tubulação, que as perdas de carga hidráulicas entre duas seções dessa tubulação, em um escoamento permanente, podem ser obtidas, além da aplicação das fórmulas tradicionais (como as mencionadas anteriormente), pelas subtrações das cargas hidráulicas entre as seções de montante e jusante.

Nesse sentido, o índice de energia dissipada na rede de distribuição proposto será calculado, para cada rede de distribuição em análise, pela razão entre o somatório de todas as diferenças de carga hidráulica entre os nós de montante e jusante (BRUNETTI, 2008, p. 170), referentes a cada um dos trechos da rede, e a extensão total da rede, ou seja:

$$i_{ED} = \frac{h_{f_{total}}}{L_{total}} = \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{p_1}{\gamma} + z_1 \right) - \left( \frac{p_2}{\gamma} + z_2 \right) \right]_i}{L_{total}} \right\} \quad (3.1)$$

onde:

- $i_{ED}$  é o índice de energia dissipada da rede;
- $h_{f_{total}}$  é o valor referente à perda de carga hidráulica total da rede;
- $L_{total}$  é o comprimento total da rede;
- $i$  é o trecho (tubulação) em análise;
- $n$  é a quantidade de trechos (tubulações) da rede;
- $\gamma$  é o peso específico da água;
- $\frac{p_1}{\gamma}$  é a parcela de energia de pressão do nó de montante do trecho;
- $\frac{p_2}{\gamma}$  é a parcela da energia de pressão do nó de jusante do trecho;
- $z_1$  e  $z_2$  são as cotas topográficas dos nós de montante e jusante do trecho, respectivamente (considerando o sentido real da vazão).

Conforme citado, a metodologia para a obtenção do índice de energia dissipada na rede de distribuição, considerando-se a subtração entre as cargas hidráulicas de jusante e

montante para cada trecho, gera resultados numericamente iguais à metodologia que seria obtida aplicando-se simplesmente alguma equação empírica de perda de carga hidráulica (tal como Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Flamant ou Manning).

Contudo, em muitos casos, pode ser mais interessante determinar a perda de carga como a supracitada subtração, visto que, para as companhias de saneamento, é mais logisticamente factível realizar a medição de apenas um parâmetro (pressão disponível nos nós consumidores) para calcular o índice do que os vários parâmetros necessários para a aplicação das fórmulas empíricas (tais como vazão e elementos de rugosidade das tubulações).

### 3.2 Indicador de Eficiência Energética em Redes de Distribuição de Água ( $I_{EE}$ )

O segundo elemento caracterizador desta pesquisa, e mais representativo, é denominado de *indicador de eficiência energética de rede* ( $I_{EE}$ ), e consiste basicamente na aplicação do índice anteriormente explicitado para uma determinada rede de distribuição em duas situações distintas:

(a) a primeira, tida como referencial, corresponde ao valor esperado do  $i_{ED}$  num dado contexto (tal como o cenário efetivamente previsto para a vida útil do projeto), direcionado para um horizonte determinado de operação otimizada (com as demandas previstas de vazão e de rugosidade das tubulações);

(b) já a segunda situação remete ao cenário em que, efetivamente, se deseja aferir a eficiência de operação da rede, ao longo do tempo (seja antes ou depois do horizonte de projeto inicialmente concebido).

Assim, em termos matemáticos,  $I_{EE}$  pode ser expresso por:

$$I_{EE} = \frac{i_{ED, \text{referência}}}{i_{ED, \text{cenário}}} \quad (3.2)$$

onde:

$I_{EE}$  é o indicador de eficiência energética da rede pressurizada em análise;

$i_{ED, \text{referência}}$  é índice de energia dissipada da rede para o horizonte de referência na análise (alcance de projeto, por exemplo); e

$i_{ED, \text{cenário}}$  é índice de energia dissipada da rede para o cenário cuja eficiência energética do ponto de vista hidráulico se deseja aferir.

Da análise numérica desse indicador, constata-se que:

(a) um valor de 100% de  $I_{EE}$  indica, no limite, que a rede analisada está em ótimas condições operacionais, em termos hidráulicos e energéticos, em relação à sua situação referencial;

(b) um valor acima de 100% indica que a rede está eficiente, visto que ainda há uma “folga” de perda de carga a ser consumida, em relação às condições operacionais previstas na situação referencial;

(c) por outro lado, um valor inferior a 100% denota que a rede está ineficiente hidráulicamente, uma vez que está consumindo mais carga hidráulica do que foi inicialmente previsto na situação tida como referencial.

Dessa maneira, torna-se possível comparar a evolução da eficiência de determinada rede ao longo do tempo e, assim, fornecer subsídios aos tomadores de decisão das concessionárias de saneamento para que possam tirar as possíveis conclusões técnicas acerca, por exemplo, de eventuais intervenções necessárias de reabilitação e de perspectivas de ampliação, em função do aumento das demandas não inicialmente previsto. Esse aumento pode ser gerado, por exemplo, a partir da intensificação de processos de urbanização e verticalização no uso do solo urbano. Pode-se ainda verificar o valor desse indicador para uma determinada rede, cujos tubos apresentem rugosidades que podem deteriorar-se de forma considerável com o tempo.

Duas aplicações robustas e detalhadas do sistema índice-indicador proposto encontram-se no Capítulo 4.

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

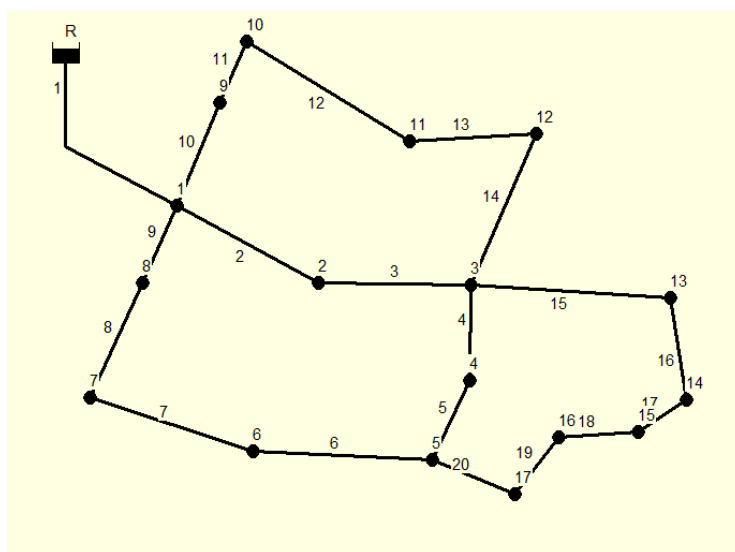
A metodologia exposta no Capítulo 3 será aqui empregada mediante a aplicação do indicador de eficiência energética de redes de distribuição de água ( $I_{EE}$ ) em duas redes de distribuição. A primeira constitui-se de uma rede de um pequeno município localizado no estado da Bahia, denominado Itororó. Já a segunda, maior e mais complexa, é responsável por abastecer três bairros — Bessa, Jardim Oceania e Aeroclube — na cidade de João Pessoa (PB). Nesse sentido, serão abordados tanto os aspectos relativos às caracterizações das redes objetos de aplicação do indicador proposto, quanto aos resultados obtidos e às discussões originadas dentro desse escopo.

#### 4.1 Redes de Aplicação do Indicador Utilizado Nesta Pesquisa

##### 4.1.1 Rede Itororó

##### 4.1.1.1 Caracterização da Rede Itororó

A primeira rede objeto de aplicação do indicador de eficiência energética em redes de distribuição ( $I_{EE}$ ) foi a Rede Itororó, apresentada inicialmente por Nelson Gandur Dacach (1975). Trata-se de uma rede de distribuição real, localizada na cidade de Itororó (BA). Seu traçado, com a devida especificação de seus 20 trechos e 18 nós, é mostrado na Figura 4.1, na qual R representa um reservatório de nível fixo (RNF).



**Figura 4.1** – Traçado da Rede Itororó.

Inicialmente, a partir da disposição de alguns dados de projeto mencionados por Dacach (1975), procedeu-se com o dimensionamento econômico da rede pelo módulo LENHSNET<sup>3</sup> do EPANET<sup>4</sup>. Para tal fim, supôs-se um horizonte de projeto de 20 anos e adotou-se o uso apenas de tubulações de PVC, tendo em vista que todos os diâmetros obtidos foram relativamente de pequena dimensão. Nesse sentido, para o cenário do horizonte de projeto, cuidou-se para que a rugosidade fosse adaptada para essa situação, conforme a Tabela 4.1. Sendo assim, o coeficiente de rugosidade C começou valendo 140 (no ano 0) e atingiu 125 (no ano 30), decrescendo, portanto, 5 unidades a cada 10 (dez) anos de operação da rede. Esse paradigma de variação do C só vai ser alterado na Terceira Situação de simulações hidráulicas, conforme se explicará mais adiante.

**Tabela 4.1** – Valores do coeficiente de rugosidade C de Hazen-Williams em função do tipo e da idade da tubulação. Fonte: (GOMES, 2009a).

TUBULAÇÃO	NOVA	USADA (cerca de 10 anos)	USADA (cerca de 20 anos)
Aço corrugado (chapa ondulada)	60	—	—
Aço galvanizado roscado	125	100	—
Aço rebitado, novo	110	90	80
Aço soldado comum (revestimento	125	110	90
Aço com revestimento epóxico	140	130	115
Chumbo	130	120	120
Cimento-amianto	140	130	120
Cobre	140	135	130
Concreto, bom acabamento	130	—	—
Concreto, acabamento comum	130	120	110
Ferro fundido, revestimento epóxico	140	130	120
Ferro fundido, revestimento de argamassa	130	120	105
Grés cerâmico, vidrado (manilhas)	110	110	110
Latão	130	130	130
Tijolos, condutos bem executados	100	95	90
<u>Plástico (PVC)</u>	<u>140</u>	<u>135</u>	<u>130</u>

Os relatórios dos dados tanto dos nós quanto das tubulações, para a situação de projeto (horizonte de 20 anos), são apresentados nas Tabelas 4.2 e 4.3.

<sup>3</sup> Módulo desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica (LENHS), da UFPB, incorporado à versão em português do *software* EPANET.

<sup>4</sup> EPANET é um *software* de domínio público que foi desenvolvido nos EUA pela Agência de Proteção Ambiental (EPA, sigla do inglês *Environmental Protection Agency*) que faz “a simulação, por um prolongado período de tempo, do comportamento hidráulico e da qualidade da água dentro de redes de tubulação pressurizada.” (ROSSMAN, 2000, p. iii, tradução nossa).



**Tabela 4.2** – Dados dos nós para o cenário de projeto da Rede Itororó.<sup>5</sup>

Identificador do Nó	Cota [m]	Consumo-Base [ℓ/s]
Nó 1	220,5	5,05
Nó 2	215,6	1,91
Nó 3	210,4	3,82
Nó 4	210,5	1,4
Nó 5	209,5	4,35
Nó 6	213,2	3,51
Nó 7	218,5	3,43
Nó 8	230,7	2,48
Nó 9	211,5	3,07
Nó 10	213,5	1,85
Nó 11	205,5	2,86
Nó 12	208,8	6,11
Nó 13	215,5	5,09
Nó 14	212,6	4,06
Nó 15	207,5	8,05
Nó 16	219,4	4,26
Nó 17	220,5	1,20
R	248,0	N/A

**Tabela 4.3** – Dados das tubulações para o cenário de projeto da Rede Itororó.

Identificador do Trecho	Comprimento [m]	Diâmetro Interno [mm]	Rugosidade
Tubulação 1	324	299,8	130
Tubulação 2	124	156,4	130
Tubulação 3	184	156,4	130
Tubulação 4	206	108,4	130
Tubulação 5	103	156,4	130
Tubulação 6	202	108,4	130
Tubulação 7	134	108,4	130
Tubulação 8	227	108,4	130
Tubulação 9	167	156,4	130
Tubulação 10	166	108,4	130
Tubulação 11	152	108,4	130
Tubulação 12	168	108,4	130
Tubulação 13	177	108,4	130
Tubulação 14	225	108,4	130
Tubulação 15	254	108,4	130
Tubulação 16	263	108,4	130
Tubulação 17	133	108,4	130
Tubulação 18	321	108,4	130
Tubulação 19	105	108,4	130
Tubulação 20	169	108,4	130

<sup>5</sup> A abreviação N/A significa Não Aplicável, por se tratar de consumo-base de reservatório de nível fixo.

Concluídos o dimensionamento e a simulação hidráulica da rede para o cenário de projeto, buscou-se aplicar o  $I_{EE}$  sob a forma de 3 (três) situações distintas:

#### ✓ Primeira Situação

Simulou-se a rede com todos os parâmetros previstos em projeto — crescimento demográfico médio anual de 1,18 % (Brasil) e rugosidades alterando-se com o tempo de modo previsto pela bibliografia. No tocante a esse crescimento demográfico médio anual, considerou-se, por insuficiência prática de dados da cidade de Itororó (BA), que fossem minimamente adequados para se gerar um satisfatório modelo preditivo de regressão que pudesse representar previsões futuras da população da cidade, por obter os dois últimos dados de população para o Brasil (IBGE, 2000; 2010) e se calcular a média anual de crescimento, conforme a Tabela 4.4.

**Tabela 4.4** – Modelo de crescimento demográfico utilizado para variar as demandas nodais na Rede Itororó.

<b>População do Brasil em 2000</b>	169.590.693
<b>População do Brasil em 2010</b>	190.755.799
<b>Crescimento total no período</b>	12,48%
<b>Crescimento médio anual no período</b>	<b>1,18%</b>

Uma vez determinado o crescimento médio anual, adotou-se, na presente situação, um padrão de variação das demandas nodais apenas em função do crescimento populacional verificado, chegando-se à Tabela 4.5, na qual é possível observar que, para aplicar o  $I_{EE}$  de forma satisfatória, se considerou o ano 0 (ano do final da construção e início da operação da rede) como sendo 2010, último ano com dados oficiais (IBGE, 2010) de população para Itororó (BA). A partir desse ano, concebeu-se uma variação de 5 em 5 anos do funcionamento da rede. Em cada um desses cenários, a população foi calculada em função do crescimento médio anual de 1,18% (v. Tabela 4.4), seguindo um modelo geométrico e gerando, dessa forma, um fator multiplicativo (última coluna da Tabela 4.5) que representa a relação entre o montante populacional da cidade no ano em análise e a mesma grandeza no horizonte de projeto (HP) — neste caso, 20 anos.

**Tabela 4.5** – Fatores multiplicativos das demandas nodais para a Rede Itororó.

ANO	TEMPO DE PROJETO (ANOS)	POPULAÇÃO	FATOR
2010	0	19914	0,7909
2015	5	21117	0,8386
2020	10	22393	0,8893
2025	15	23745	0,9430
<b>2030</b>	<b>20 (HP)</b>	<b>25180</b>	<b>1,0000</b>
2035	25	26701	1,0604
2040	30	28314	1,1245

Com esses fatores é que, para cada um dos cenários obtidos da variação demográfica de 5 em 5 anos, foram produzidas simulações da Rede no EPANET e calculadas as perdas de carga em cada um dos 20 trechos dela. Consequentemente, para cada um desses cenários, foram calculados o índice de energia dissipada na rede ( $i_{ED}$ ) e o indicador de eficiência energética da rede de distribuição ( $I_{EE}$ ), com o objetivo de fazer uma comparação analítica no final das simulações.

#### ✓ Segunda Situação

Esta situação consistiu basicamente em uma adaptação da primeira, em que, como se pôde notar, o  $I_{EE}$  foi calculado para cada um dos sete cenários a partir apenas da variação das demandas nodais (que deveria ser prevista pelo projetista da rede no momento da concepção de seu projeto). Nessa nova situação, foi incorporado um aumento não previsto em projeto para as demandas, buscando-se modelar, por exemplo, um processo de verticalização intensa no uso do solo urbano para a localidade, ou um advento muito considerável de perdas de água. Para tal, supôs-se um crescimento demográfico médio anual factível de 1,4%, o que gerou um aumento nas demandas de 18,64% em relação ao crescimento médio anual de 1,18% da Primeira Situação. As rugosidades das tubulações, entretanto, permanecem as mesmas de projeto.

#### ✓ Terceira Situação

Esta última situação concebida para a Rede Itororó, por sua vez, foi uma adaptação da segunda, isto é, manteve-se o mesmo crescimento demográfico desta, prevendo, porém, uma diminuição ainda mais intensiva da rugosidade das tubulações (não prevista inicialmente em projeto). Para tal, diminuíram-se 5 unidades de C a cada 5 anos de idade da rede. Assim, os

valores de  $C$  referentes às rugosidades começaram em 140 (no ano 0) e foram caindo, em cada cenário, até 110 (no ano 30). O intuito de aplicação do  $I_{EE}$  nessa situação foi justamente incorporar, além de um aumento não previsto inicialmente em projeto das demandas da rede (Segunda Situação), um modelo mais agressivo de deterioração da capacidade de transporte das tubulações (também não concebido em projeto), graças, por exemplo, a incrustações e tuberculizações que, porventura, acometam os tubos com o passar do tempo.

Os resultados do cálculo do  $i_{ED}$  e do  $I_{EE}$  — para cada um dos sete cenários de simulação do tempo de operação da Rede, em cada uma dessas três situações — e uma análise comparativa gráfica entre as três situações se encontram na próxima Seção.

#### **4.1.1.2 Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , na Rede Itororó**

A partir da caracterização da Rede Itororó, apresentam-se, a seguir, os resultados para cada uma das três situações de aplicação do indicador de eficiência energética de redes de distribuição de água ( $I_{EE}$ ) para a Rede Itororó.

- **Resultados da Primeira Situação**

A Primeira Situação remete ao cálculo do indicador para cada um dos sete cenários de simulação (do ano 0 ao ano 30, variando de 5 em 5 anos) apenas com a variação das demandas nodais (construídas em cima de um crescimento demográfico médio anual de 1,18%) e valores de rugosidades passíveis de previsão pelo projetista no ato de elaboração de seu projeto.

Como exemplo, apresenta-se na Tabela 4.6 a planilha com os resultados da aplicação do indicador para o cenário referente ao horizonte de projeto considerado (ano 20). Convém lembrar que todos os outros são análogos, com a diferença apenas, nesse caso, dos aspectos relacionados às demandas de vazão nos nós e às rugosidades das tubulações (conforme concebido em projeto). No cabeçalho da Tabela 4.6 (e, mais adiante, das Tabelas 4.8 e 4.10), constam:

- **Trecho da rede** (conforme o que foi explicitado na Figura 4.1);
- **$i$  – Nó inicial** (no âmbito de cada trecho, conforme a Figura 4.1);
- **$f$  – Nó final** (no âmbito de cada trecho, conforme a Figura 4.1);
- **$L$**  (Comprimento de cada trecho, em metros);
- **$D$**  (Diâmetro interno útil, em mm, de cada trecho);
- **$Q$**  (Vazão no trecho, em  $\ell/s$ , no cenário em consideração);

- **C** (Coeficiente de rugosidade de Hazen-Williams, considerado para o cenário);
- **Perda de Carga** (Aplicação da fórmula de Hazen-Williams em duas facetas referentes às informações fornecidas pelo próprio EPANET, sendo a primeira em m/km e a segunda, em mca).

**Tabela 4.6** – Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética,  $I_{EE}$ , para a Rede Itororó no cenário de horizonte de projeto (20 anos) da Primeira Situação.

Trecho da Rede	i (Nó inicial)	f (Nó final)	L (m)	D (mm)	C	Q (ℓ/s)	Perda de Carga	
							(m/km)	(m)
Tubulação 1	R	1	324,0	299,8	130	62,50	2,70	0,87
Tubulação 2	1	2	124,0	156,4	130	30,93	17,47	2,17
Tubulação 3	2	3	184,0	156,4	130	29,02	15,52	2,86
Tubulação 4	3	4	206,0	108,4	130	10,05	12,98	2,67
Tubulação 5	4	5	103,0	156,4	130	8,65	1,65	0,17
Tubulação 6	6	5	202,0	108,4	130	5,83	4,74	0,96
Tubulação 7	7	6	134,0	108,4	130	9,34	11,34	1,52
Tubulação 8	8	7	227,0	108,4	130	12,78	20,26	4,60
Tubulação 9	1	8	167,0	156,4	130	15,26	4,72	0,79
Tubulação 10	1	9	166,0	108,4	130	11,26	16,01	2,66
Tubulação 11	9	10	152,0	108,4	130	8,20	8,90	1,35
Tubulação 12	10	11	168,0	108,4	130	6,35	5,54	0,93
Tubulação 13	11	12	177,0	108,4	130	3,49	1,83	0,32
Tubulação 14	3	12	225,0	108,4	130	2,62	1,08	0,24
Tubulação 15	3	13	254,0	108,4	130	12,54	19,57	4,97
Tubulação 16	13	14	263,0	108,4	130	7,45	7,46	1,96
Tubulação 17	14	15	133,0	108,4	130	3,39	1,74	0,23
Tubulação 18	16	15	321,0	108,4	130	4,66	3,12	1,00
Tubulação 19	17	16	105,0	108,4	130	8,92	10,41	1,09
Tubulação 20	5	17	169,0	108,4	130	10,13	13,17	2,23

<b>CÁLCULO DO INDICADOR:</b>				
<b>ÍNDICE/INDICADOR</b>		<b>VALORES</b>		
Índice de energia dissipada na Rede ( $i_{ED}$ )	0,00883	[m/m]	8,83	[m/km]
Indicador de eficiência energética da Rede ( $I_{EE}$ )	1,000	<b>100,00%</b>		

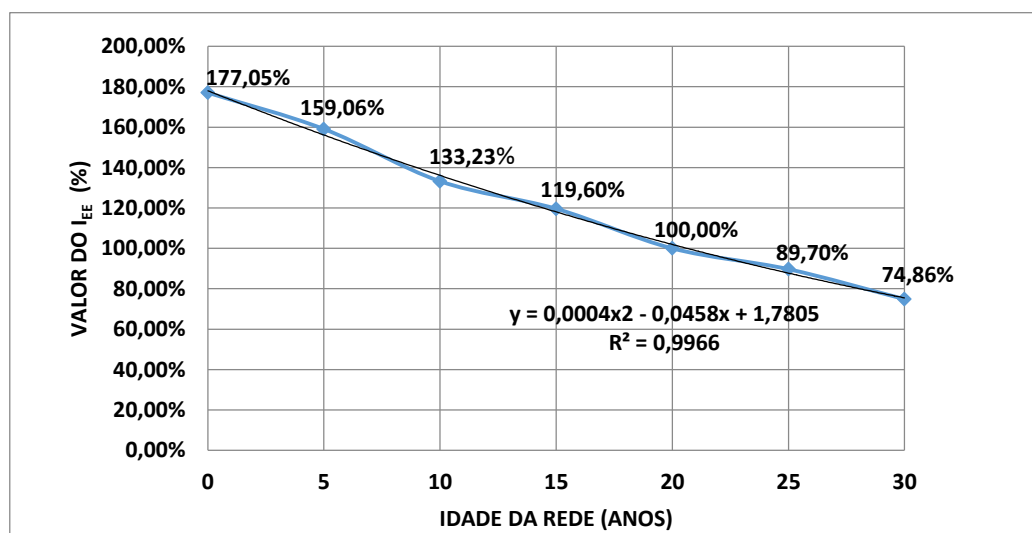
Na Tabela 4.7, identifica-se a porção da planilha responsável pelo cálculo do indicador propriamente dito. Na primeira linha, consta o valor do  $i_{ED}$ , calculado como o somatório de perda de carga de todos os trechos dividido pelo somatório de todos os comprimentos de

tubulação. Já na segunda linha, é apresentado o valor do indicador, calculado, nesse caso, aplicando-se a razão entre  $i_{ED}$  de projeto e o  $i_{ED}$  do cenário considerado (neste caso, o mesmo cenário; por isso, o valor 100%).

A Tabela 4.7 resume os resultados de todos os cenários para a Primeira Situação, e a Figura 4.2 apresenta um gráfico explicativo do modelo de comportamento do  $I_{EE}$  nesse contexto.

**Tabela 4.7** – Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética para a Rede Itororó na Primeira Situação.

ÍNDICE/INDICADOR	ANO 0	ANO 5	ANO 10	ANO 15	ANO 20 (HP)	ANO 25	ANO 30
Índice de energia dissipada na Rede ( $i_{ED}$ ) [m/km]	4,99	5,55	6,63	7,38	8,83	9,85	11,80
Indicador de eficiência energética da Rede ( $I_{EE}$ )	177,05%	159,06%	133,23%	119,60%	100,00%	89,70%	74,86%



**Figura 4.2** – Comportamento do indicador de eficiência energética,  $I_{EE}$ , na Rede Itororó na Primeira Situação.

#### • Resultados da Segunda Situação

A Segunda Situação da Rede Itororó é análoga à Primeira, apenas com um incremento maior das demandas nodais, não previsto no âmbito do projeto. Nesse sentido, em vez do crescimento demográfico médio anual de 1,18%, optou-se por utilizar 1,4%, o que acabou

gerando uma ampliação de 18,64% dos consumos-bases dos nós. A Tabela 4.8 expõe os resultados da aplicação do indicador nesta Segunda Situação para o cenário referente ao horizonte de projeto considerado (ano 20). Como era de se esperar, o  $I_{EE}$ , neste caso, caiu em relação ao  $I_{EE}$  tipicamente de projeto (Primeira Situação), uma vez que foram consideradas maiores demandas nodais (que geraram maiores vazões nas tubulações, que, por sua vez, geraram maiores níveis de perda de carga hidráulica).

**Tabela 4.8** – Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética,  $I_{EE}$ , para a Rede Itororó no cenário de horizonte de projeto (20 anos) da Segunda Situação.

Trecho da Rede	i (Nó inicial)	f (Nó final)	L (m)	D (mm)	C	Q ( $\ell/s$ )	Perda de Carga	
							(m/km)	(m)
Tubulação 1	R	1	324,0	299,8	130	74,13	3,70	1,20
Tubulação 2	1	2	124,0	156,4	130	36,70	23,96	2,97
Tubulação 3	2	3	184,0	156,4	130	34,43	21,29	3,92
Tubulação 4	3	4	206,0	108,4	130	11,90	17,77	3,66
Tubulação 5	4	5	103,0	156,4	130	10,24	2,26	0,23
Tubulação 6	6	5	202,0	108,4	130	6,92	6,51	1,32
Tubulação 7	7	6	134,0	108,4	130	11,08	15,55	2,08
Tubulação 8	8	7	227,0	108,4	130	15,15	27,77	6,30
Tubulação 9	1	8	167,0	156,4	130	18,09	6,47	1,08
Tubulação 10	1	9	166,0	108,4	130	13,35	21,98	3,65
Tubulação 11	9	10	152,0	108,4	130	9,71	12,19	1,85
Tubulação 12	10	11	168,0	108,4	130	7,52	7,60	1,28
Tubulação 13	11	12	177,0	108,4	130	4,13	2,51	0,44
Tubulação 14	3	12	225,0	108,4	130	3,12	1,48	0,33
Tubulação 15	3	13	254,0	108,4	130	14,88	26,84	6,82
Tubulação 16	13	14	263,0	108,4	130	8,84	10,23	2,69
Tubulação 17	14	15	133,0	108,4	130	4,02	2,37	0,32
Tubulação 18	16	15	321,0	108,4	130	5,53	4,30	1,38
Tubulação 19	17	16	105,0	108,4	130	10,58	14,29	1,50
Tubulação 20	5	17	169,0	108,4	130	12,00	18,04	3,05

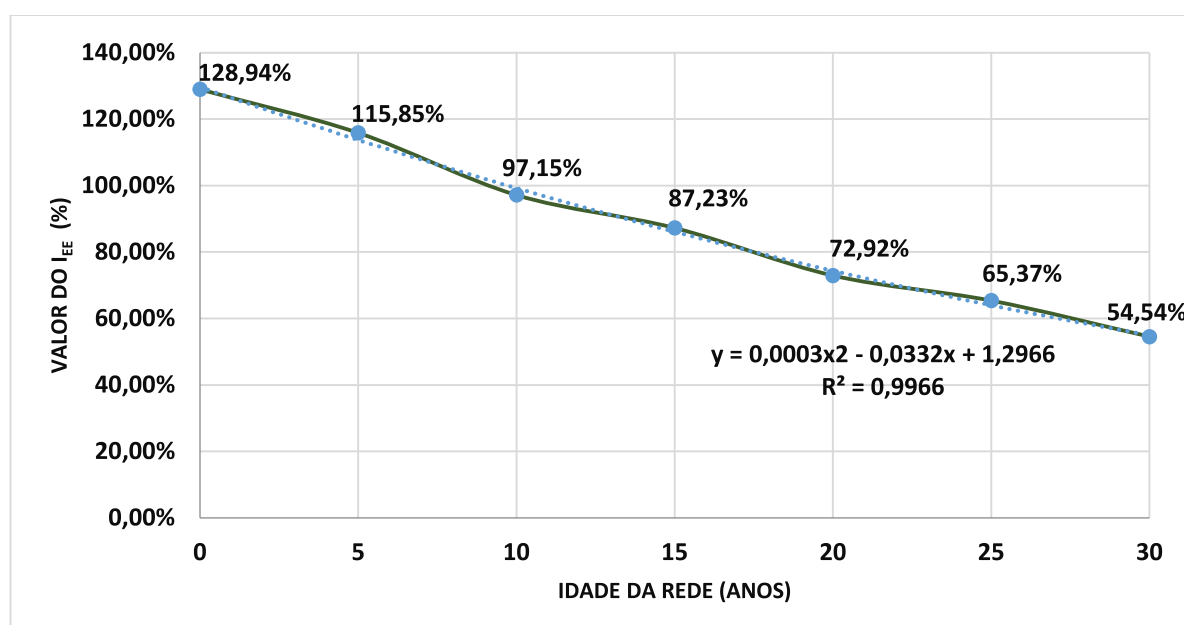
  

CÁLCULO DO INDICADOR:				
ÍNDICE/INDICADOR		VALORES		
Índice de energia dissipada na Rede ( $i_{ED}$ )		0,01211	[m/m]	12,11 [m/km]
Indicador de eficiência energética da Rede ( $I_{EE}$ )		0,7292	<b>72,92%</b>	

A Tabela 4.9 apresenta o resumo dos resultados da aplicação do  $I_{EE}$  em cada um dos sete cenários, e a Figura 4.3, o modelo de comportamento do indicador, com a devida equação obtida de regressão polinomial de segundo grau, com bom coeficiente de determinação.

**Tabela 4.9** – Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética,  $I_{EE}$ , para a Rede Itororó na Segunda Situação.

ÍNDICE/INDICADOR	ANO 0	ANO 05	ANO 10	ANO 15	ANO 20 (HP)	ANO 25	ANO 30
Índice de energia dissipada na Rede ( $i_{ED}$ ) [m/km]	6,85	7,62	9,09	10,12	12,11	13,51	16,19
Indicador de eficiência energética da Rede ( $I_{EE}$ )	128,94%	115,85%	97,15%	87,23%	72,92%	65,37%	54,54%



**Figura 4.3** – Comportamento do indicador de eficiência energética,  $I_{EE}$ , na Rede Itororó na Segunda Situação.

#### • Resultados da Terceira Situação

A Terceira Situação da Rede Itororó é análoga à Segunda Situação (incluindo a mesma variação demográfica e de demandas nodais), apenas com um incremento ainda maior das rugosidades das tubulações. Nesse contexto, decrementaram-se 5 unidades do coeficiente  $C$  a cada 5 anos do tempo de operação da Rede, perfazendo, assim, uma variação do valor de 140 (no ano 0) até 110 (no ano 30).

Os resultados da aplicação do indicador nesta Terceira Situação, para o cenário referente ao horizonte de projeto considerado (ano 20), são mostrados na Tabela 4.10.



**Tabela 4.10** – Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética,  $I_{EE}$ , para a Rede Itororó no cenário de horizonte de projeto (20 anos) da Terceira Situação.

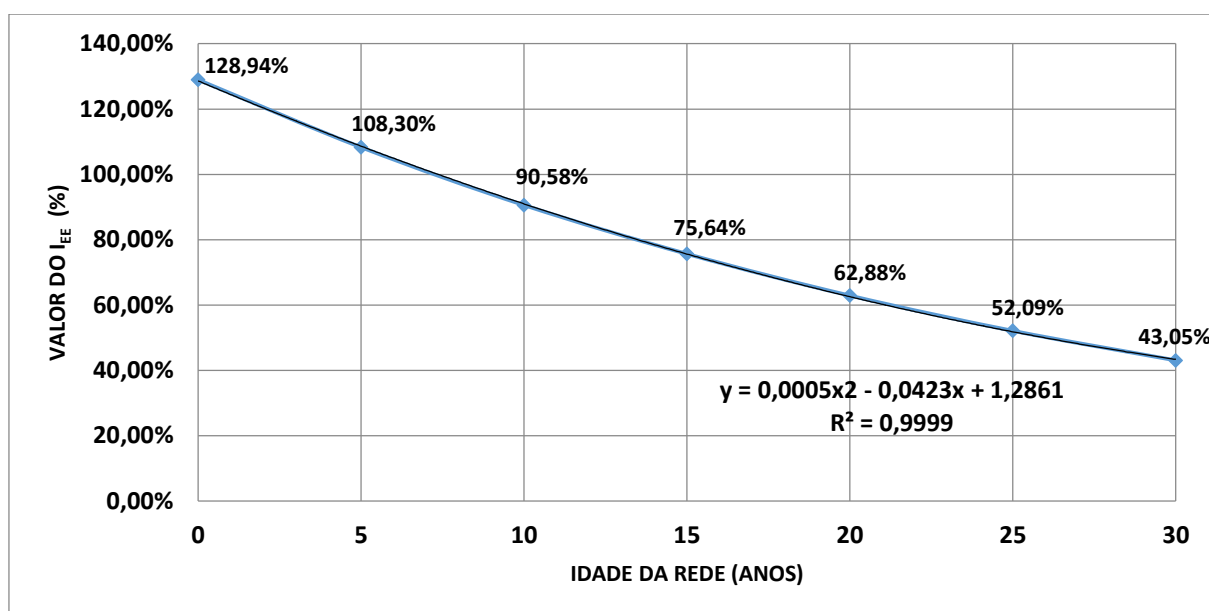
Trecho da Rede	i (Nó inicial)	f (Nó final)	L (m)	D (mm)	C	Q (ℓ/s)	Perda de Carga	
							(m/km)	(m)
Tubulação 1	R	1	324,0	299,8	120	74,13	4,30	1,39
Tubulação 2	1	2	124,0	156,4	120	36,70	27,79	3,45
Tubulação 3	2	3	184,0	156,4	120	34,43	24,69	4,54
Tubulação 4	3	4	206,0	108,4	120	11,90	20,61	4,25
Tubulação 5	4	5	103,0	156,4	120	10,24	2,62	0,27
Tubulação 6	6	5	202,0	108,4	120	6,92	7,54	1,52
Tubulação 7	7	6	134,0	108,4	120	11,08	18,04	2,42
Tubulação 8	8	7	227,0	108,4	120	15,15	32,20	7,31
Tubulação 9	1	8	167,0	156,4	120	18,09	7,50	1,25
Tubulação 10	1	9	166,0	108,4	120	13,35	25,49	4,23
Tubulação 11	9	10	152,0	108,4	120	9,71	14,14	2,15
Tubulação 12	10	11	168,0	108,4	120	7,52	8,81	1,48
Tubulação 13	11	12	177,0	108,4	120	4,13	2,91	0,52
Tubulação 14	3	12	225,0	108,4	120	3,12	1,72	0,39
Tubulação 15	3	13	254,0	108,4	120	14,88	31,13	7,91
Tubulação 16	13	14	263,0	108,4	120	8,84	11,86	3,12
Tubulação 17	14	15	133,0	108,4	120	4,02	2,75	0,37
Tubulação 18	16	15	321,0	108,4	120	5,53	4,99	1,60
Tubulação 19	17	16	105,0	108,4	120	10,58	16,58	1,74
Tubulação 20	5	17	169,0	108,4	120	12,00	20,93	3,54
CÁLCULO DO INDICADOR:								
ÍNDICE/INDICADOR			VALORES					
Índice de energia dissipada na Rede (iED)			0,01405	[m/m]	14,05	[m/km]		
Indicador de eficiência energética da Rede (IEE)			0,6288	62,88%				

Como já era previsível, o  $I_{EE}$ , nesta Terceira Situação, caiu ainda mais em relação ao  $I_{EE}$  tipicamente de projeto (Primeira Situação), bem como em relação ao  $I_{EE}$  desse mesmo cenário na Segunda Situação, visto que foram considerados maiores níveis de decréscimo nos coeficientes de rugosidade.

A Tabela 4.11 resume os resultados da aplicação do  $I_{EE}$  em cada um dos sete cenários da Terceira Situação, e a Figura 4.4 exibe o modelo de comportamento do indicador.

**Tabela 4.11** - Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética,  $I_{EE}$ , para a Rede Itororó na Terceira Situação.

ÍNDICE/INDICADOR	ANO 0	ANO 05	ANO 10	ANO 15	ANO 20 (HP)	ANO 25	ANO 30
Índice de energia dissipada na Rede ( $i_{ED}$ ) [m/km]	6,85	8,16	9,75	11,68	14,05	16,96	20,52
Indicador de eficiência energética da Rede ( $I_{EE}$ )	128,94%	108,30%	90,58%	75,64%	62,88%	52,09%	43,05%



**Figura 4.4** – Comportamento do indicador de eficiência energética,  $I_{EE}$ , na Rede Itororó na Terceira Situação.

#### 4.1.2 Rede Bessa em João Pessoa (PB)

##### 4.1.2.1 Caracterização da Rede Bessa

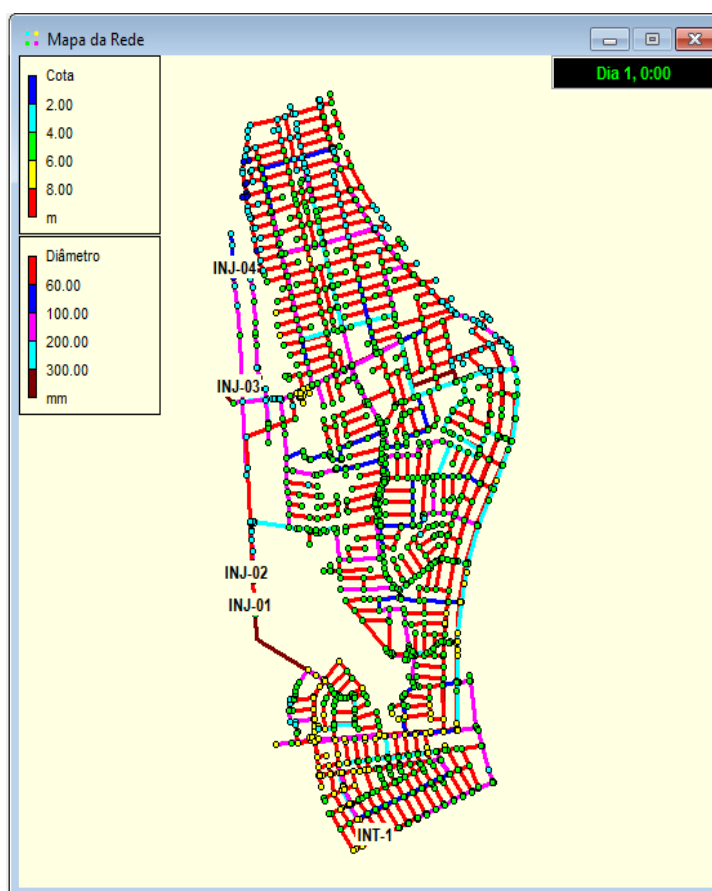
A segunda e última rede de distribuição, objeto de aplicação da metodologia índice-indicador proposta, é uma rede real localizada na cidade de João Pessoa (PB) e que abarca três bairros: Bessa, Aeroclube e Jardim Oceania. Saliente-se que, doravante, para fins de simplificação da terminologia, essa rede será referida apenas como Rede Bessa, visto que, dos três bairros, o Bessa é socioeconomicamente o mais representativo.

Em relação aos aspectos gerais da rede, citam-se:

- Comprimento total: 663.026,26 m (663,026 km);
- Ano de projeto: 2003, ano real de projeto da rede (ano 0 de sua operação), com horizonte de projeto de 20 anos;
- População estimada, atendida em 2013 (IBGE): 43.082 habitantes.

Maiores detalhes sobre dados físicos e operacionais da Rede podem ser encontrados no **Apêndice A**, onde são apresentados os relatórios, gerados pelo EPANET, tanto dos nós (v. Tabela A.1) quanto das tubulações (v. Tabela A.2) da Rede, nos cenários 2013 (real e medido) e 2003 (obtido em função do cenário de 2013, como será detalhado adiante).

O traçado básico da Rede Bessa é mostrado na Figura 4.5, extraída da simulação hidráulica inicial da Rede no EPANET para o ano 0 de projeto. É possível observar também o paradigma geral dos diâmetros das tubulações utilizadas, bem como as cotas topográficas dos nós consumidores. Além de centenas de nós, essa Rede é composta por 1580 tubulações, dos mais variados comprimentos (desde os pequenos, menores que um metro, até os grandes, de pouco mais de um quilômetro).



**Figura 4.5** – Traçado da Rede Bessa.

Todas as conclusões técnicas que serão posteriormente apresentadas partiram de um modelo hidráulico (para a plataforma do EPANET) gerado por pesquisadores do LENHS-UFPB. Tal modelo foi feito a partir de um rigoroso e exaustivo trabalho de cadastramento e modelagem hidráulica, de forma atualizada, de todas as redes de distribuição mais representativas da cidade de João Pessoa (PB).

Para aplicar apropriadamente a metodologia índice-indicador, objeto deste trabalho, inicialmente se lançou mão de um estudo demográfico para os três bairros da cidade de João Pessoa abastecidos pela Rede. Assim, após consulta aos Censos 2000 e 2010, do IBGE, chegou-se à Tabela 4.12.

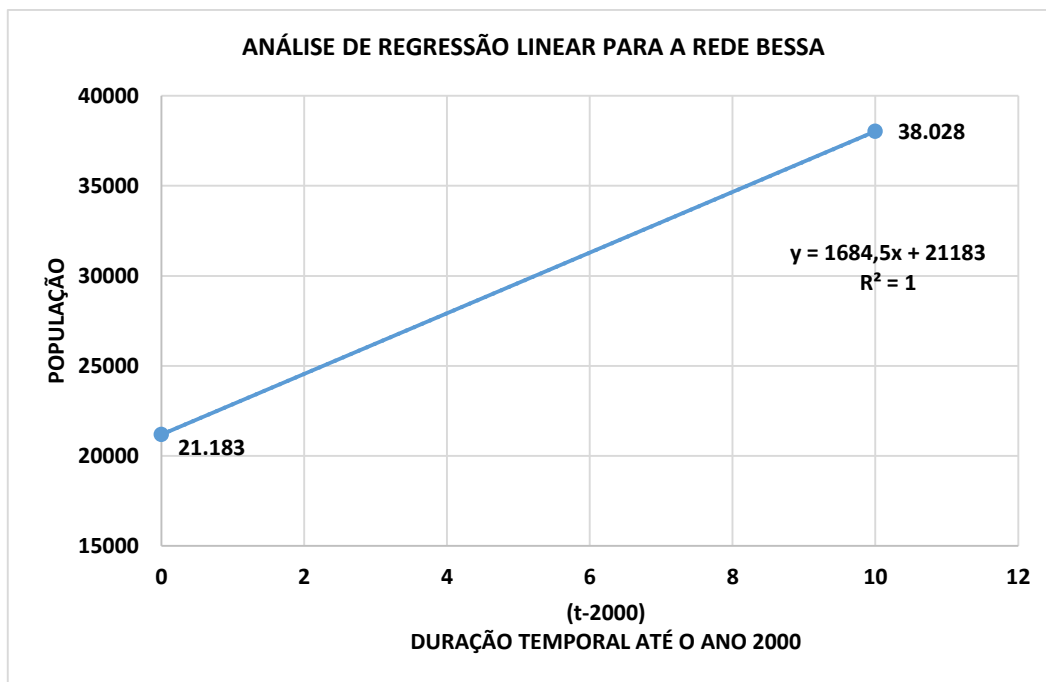
**Tabela 4.12** – Dados demográficos obtidos para a Rede Bessa.  
Fonte: (IBGE, 2000; 2010).

<b>BAIRRO \ ANO</b>	<b>2000</b>	<b>2010</b>
Bessa	7.111	13.096
Jardim Oceania	10.015	15.283
Aeroclube	4.057	9.649
<b>TOTAL</b>	<b>21.183</b>	<b>38.028</b>

Para calcular os devidos valores de  $I_{EE}$  em todos os cenários que serão posteriormente explicados, fez-se necessário alterar o modelo hidráulico anteriormente referido, tanto em relação às vazões nos nós consumidores quanto em relação às rugosidades das tubulações.

Para cumprir essa finalidade, era crucial multiplicar, via EPANET, as demandas nodais por um determinado fator (menor do que 1), a fim de adequar as vazões medidas no ano de 2013 para o ano de 2003 (ano 0 de operação da Rede, conforme já apresentado). Para determinar esse fator multiplicativo, dois passos foram seguidos:

**1.º Passo** – Utilizando os valores da Tabela 4.12, aferiu-se o real comportamento da Rede em termos demográficos e, conseqüentemente, de demandas nodais. A partir dos dados dessa tabela, obteve-se, por regressão linear, o modelo de crescimento demográfico da Figura 4.6, no qual se nota a evolução da população para os bairros (com a devida explicitação da equação de regressão, com elevado valor de  $R^2$ ), do ano 2000 até o ano 2010.



**Figura 4.6** – Análise de regressão linear para os dados demográficos da Rede Bessa.

Conforme a equação obtida, foram calculados os valores de população para os bairros da Rede do ano 2000 até o ano 2033 (último ano de operação da Rede em que serão gerados resultados para mensurar a evolução do  $I_{EE}$ ).

Uma vez alcançados tais valores demográficos, à semelhança do caso da Rede Itororó, foram calculados fatores multiplicativos, determinados pela simples razão entre a população do ano de 2003 (ano 0 de operação da Rede para os cálculos de  $I_{EE}$ ) e do ano em análise. A Tabela 4.13 indica, além dos valores demográficos para cada ano, os respectivos *índices de crescimento anual* (ICAs) — equivalentes à variação da população de um ano em relação ao ano anterior — e os fatores multiplicativos gerados da maneira acima.

Como pode ser percebido na Tabela 4.13, as informações referentes a cinco anos foram destacadas. As dos anos 2000 e 2010 foram salientadas em virtude de terem sido os pontos de partida para a análise demográfica de regressão; os anos de 2003 e 2023 foram sublinhados por serem equivalentes aos anos de operação, 0 e 20 (considerado o horizonte de projeto da Rede para as simulações hidráulicas que permitirão a aferição dos valores de  $I_{EE}$ ). O ano 2013 foi mais realçado do que os outros por ter sido esse o ano de partida para a adequação ao ano 2003, como já explanado.

**Tabela 4.13** – Evolução demográfica dos bairros abastecidos pela Rede Bessa, obtida por análise de regressão linear.

t	t-2000	VALOR ESTIMADO	ICA	FATOR DE MULTIPLICAÇÃO DAS DEMANDAS NODAIS
2000	0	21.183	—	1,2386
2001	1	22.868	7,95%	1,1473
2002	2	24.552	7,37%	1,0686
<b>2003</b>	<b>3</b>	<b>26.237</b>	<b>6,86%</b>	<b>1,0000</b>
2004	4	27.921	6,42%	0,9397
2005	5	29.606	6,03%	0,8862
2006	6	31.290	5,69%	0,8385
2007	7	32.975	5,38%	0,7957
2008	8	34.659	5,11%	0,7570
2009	9	36.344	4,86%	0,7219
2010	10	38.028	4,63%	0
2011	11	39.713	4,43%	0,6607
2012	12	41.397	4,24%	0,6338
<b>2013</b>	<b>13</b>	<b>43.082</b>	<b>4,07%</b>	<b>0,6090</b>
2014	14	44.766	3,91%	0,5861
2015	15	46.451	3,76%	0,5648
2016	16	48.135	3,63%	0,5451
2017	17	49.820	3,50%	0,5266
2018	18	51.504	3,38%	0,5094
2019	19	53.189	3,27%	0,4933
2020	20	54.873	3,17%	0,4781
2021	21	56.558	3,07%	0,4639
2022	22	58.242	2,98%	0,4505
<b>2023</b>	<b>23</b>	<b>59.927</b>	<b>2,89%</b>	<b>0,4378</b>
2024	24	61.611	2,81%	0,4258
2025	25	63.296	2,73%	0,4145
2026	26	64.980	2,66%	0,4038
2027	27	66.665	2,59%	0,3936
2028	28	68.349	2,53%	0,3839
2029	29	70.034	2,46%	0,3746
2030	30	71.718	2,41%	0,3658
2031	31	73.403	2,35%	0,3574
2032	32	75.087	2,29%	0,3494
2033	33	76.772	2,24%	0,3417
<b>MÉDIA</b>			<b>3,99%</b>	

**2.º Passo** – Correção do fator multiplicativo para o ano de 2013 (explicado pelo passo anterior) levando-se em consideração a impressão que o projetista originalmente teve quando finalizou seu trabalho no ano de 2003. Para isso, ele provavelmente dispunha apenas dos dados populacionais locais do ano 2000, segundo o Censo do IBGE. Apenas com os dados desse ano, não seria possível utilizar, por motivos óbvios, os dados do ano de 2010 (usados no passo anterior). Em sendo assim, por questões metodológicas, optou-se por simular uma evolução demográfica considerando a cidade de João Pessoa como um todo. Para isso, a partir dos dados do IBGE dos Censos 1970, 1980, 1991 e 2000, foi possível concluir que a população da cidade de João Pessoa cresceu, em média, 2,6% ao ano. Assim sendo,

comparando os dados demográficos para o ano de 2003, assim determinados, e os indicados pelo passo anterior para o mesmo ano, chegou-se ao fator multiplicativo de interesse. Seu valor, de **0,5849**, foi resultado da multiplicação do valor 0,6090 (observado na Tabela 4.13 para o ano de 2013) por 0,9604, já que o valor de população dos bairros da Rede para o ano de 2003 (calculada considerando o crescimento da cidade de João Pessoa como um todo, num ritmo médio anual de 2,6%) representa 96,04% do valor demográfico para os bairros, conforme a metodologia empregada no passo anterior. Logo, será o valor de **0,5849** que multiplicará todas as demandas da simulação hidráulica da Rede para o ano de 2013, a fim de adequá-las ao ano de 2003.

Explicada toda a metodologia de obtenção da simulação hidráulica para o ano 0 de operação da Rede Bessa (em termos de vazões nodais), está preparado o contexto para a determinação da evolução dos valores de  $I_{EE}$ . Para tal, conforme será exposto adiante, houve duas metodologias de cálculo do  $I_{EE}$ , cada qual servindo para determinados tipos de análise, que serão discutidos posteriormente.

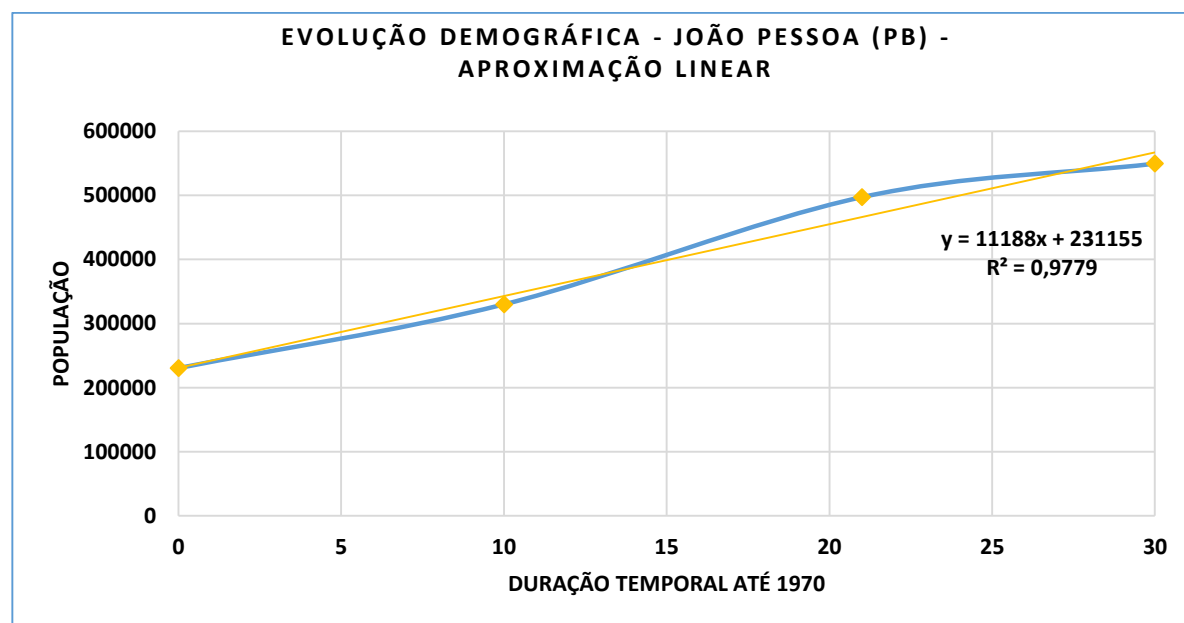
Na primeira, à semelhança do que foi realizado na Rede de Itororó, simulou-se hidraulicamente a Rede Bessa em sete cenários distintos, do ano 0 de sua operação (correspondendo ao ano 2003) até o ano 30 (2033), variando de 5 em 5 anos. Em cada um desses cenários, houve variação dos elementos caracterizadores da Rede em apenas dois critérios: a demanda e a rugosidade das tubulações.

A demanda variou, partindo do modelo obtido para o ano 2003, anteriormente explicado, segundo o crescimento demográfico registrado para a cidade de João Pessoa como um todo, a partir dos dados fornecidos pelo IBGE em seus censos de 1970 até 2000 (último conjunto disponível de dados para o projetista da Rede, tendo em vista a finalização de seu projeto em 2003).

Em função desses dados, criou-se um modelo de análise de regressão linear, a fim de estimar a população da cidade para cada um dos sete cenários referidos. De posse das populações em cada cenário, obtiveram-se os fatores para multiplicar as demandas de modo a gerar as simulações em cada cenário. Esses fatores multiplicativos foram calculados pela simples razão entre a população do ano de interesse para o cenário e a população do ano 0 de operação da Rede (já que este é o modelo que servirá como ponto de partida para todas as simulações).

A Figura 4.7 exibe o gráfico com a regressão linear realizada e a devida representação da equação preditiva do comportamento demográfico em função do tempo, com um

satisfatório patamar do coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,9779$ ). Já a Tabela 4.14 expõe os valores demográficos obtidos em cada cenário e os respectivos fatores multiplicativos das demandas nodais.



**Figura 4.7** – Análise de regressão linear para os dados demográficos da cidade de João Pessoa.

**Tabela 4.14** – Resumo dos dados obtidos por análise de regressão linear para a cidade de João Pessoa (PB) que serão utilizados nas simulações hidráulicas.

ANO ABSOLUTO	ANO RELATIVO	CÁLCULO ESTIMATIVO POR FUNÇÃO LINEAR	FATOR MULTIPLICATIVO DAS DEMANDAS NODAIS
2033	30	935.999	<b>1,5591</b>
2028	25	880.059	<b>1,4659</b>
<b>2023</b>	<b>20</b>	<b>824.119</b>	<b>1,3727</b>
2018	15	768.179	<b>1,2795</b>
2013	10	712.239	<b>1,1864</b>
2008	5	656.299	<b>1,0932</b>
2003	0	600.359	—

Já as rugosidades das tubulações, em cada cenário, variaram da mesma forma que na Rede Itororó, ou seja, seguindo a tabulação recomendada pela bibliografia técnica especializada, a exemplo de Gomes (2009a). Nesse sentido, considerando que todas as tubulações da Rede Bessa sejam de PVC, por serem relativamente de pequeno diâmetro, as



rugosidades variaram seguindo o modelo de determinação das perdas de carga de Hazen-Williams, de 140 até 125. Houve variação, portanto, de 5 unidades de C a cada 10 anos de operação da Rede.

Já a segunda, e última, metodologia de cálculo do  $I_{EE}$  para a Rede Bessa — talvez a mais representativa (apesar de simples) — foi aquela em que se comparou hidráulica e energeticamente a Rede em suas simulações hidráulicas do ano 2013 (em que foram medidas em campo todas as suas principais características) e dos anos equivalentes aos cenários anteriormente obtidos conforme deveriam ser suas situações de projeto.

Os resultados obtidos para ambas as metodologias de aplicação do  $I_{EE}$  para a Rede Bessa encontram-se na próxima subseção, com as devidas discussões e conclusões.

#### **4.1.2.2 Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , na Rede Bessa**

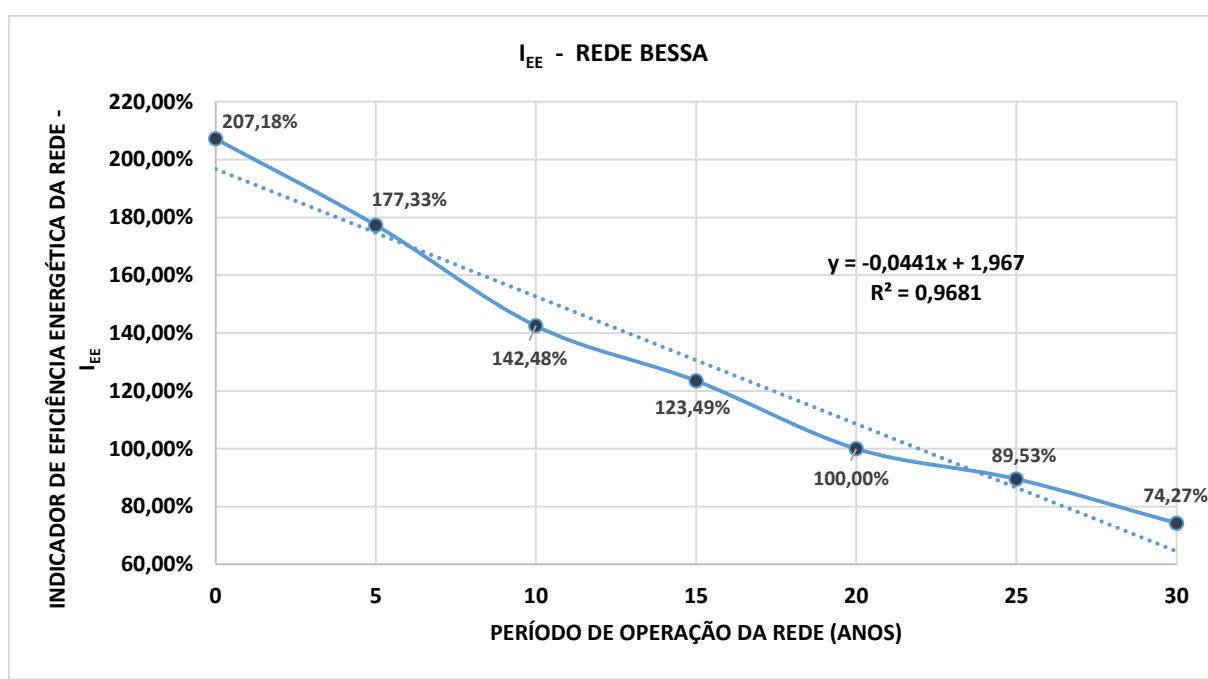
Conforme visto, os resultados pertinentes à Rede Bessa podem ser divididos em duas análises: uma de cálculo do indicador, tendo em consideração apenas os aspectos de projeto da Rede propriamente dita, e uma segunda que seja representativa da determinação real de sua ineficiência, dispondo dos dados aferidos da Rede para o ano de 2013.

- **Análise Meramente de Projeto**

Na primeira análise, de modo bastante análogo ao que foi realizado na Rede Itororó, simulou-se a Rede, usando o programa EPANET, do ano 0 de sua operação (representando o ano 2003) até o ano 30 de operação (equivalente ao ano de 2033), variando de cinco em cinco anos. De cenário para cenário, alteraram-se apenas as demandas nodais e as rugosidades das tubulações. Foram gerados, portanto, sete cenários, cada qual com seus respectivos valores de  $I_{EE}$ . A Tabela 4.15 expõe todos os resultados encontrados. Já a Figura 4.8 exhibe graficamente o comportamento quantitativo de  $I_{EE}$  com o tempo de operação da Rede, levando-se em consideração, evidentemente, apenas os aspectos de projeto.

**Tabela 4.15** – Resultados da aplicação do indicador de eficiência energética,  $I_{EE}$ , para a Rede Bessa, apenas com critérios de projeto.

ÍNDICE/INDICADOR	ANO 0	ANO 5	ANO 10	ANO 15	ANO 20 (HP)	ANO 25	ANO 30
Índice de energia dissipada na Rede ( $i_{ED}$ ) [m/km]	3,01	3,52	4,38	5,05	<b>6,24</b>	6,97	8,40
Indicador de eficiência energética da Rede ( $I_{EE}$ )	207,18%	177,33%	142,48%	123,49%	<b>100,00%</b>	89,53%	74,27%



**Figura 4.8** – Comportamento do indicador de eficiência energética,  $I_{EE}$ , na Rede Bessa, considerando apenas os critérios de projeto.

Analisando a Figura 4.8, percebe-se que a Rede só passa a ser ineficiente hidraulicamente (ensejando possíveis ações de reabilitação), ou seja, o  $I_{EE}$  só passa a ser inferior a 100% depois do ano 20 de operação. Isso é evidente, visto que, conforme exposto anteriormente, se supôs um horizonte de projeto de 20 anos para a Rede. Ademais, pode-se perceber uma curva equivalente à análise de regressão linear para a determinação de  $I_{EE}$ , com bom coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,9681$ ), em anos de operação da Rede que não foram enquadrados mediante as simulações hidráulicas realizadas no EPANET.

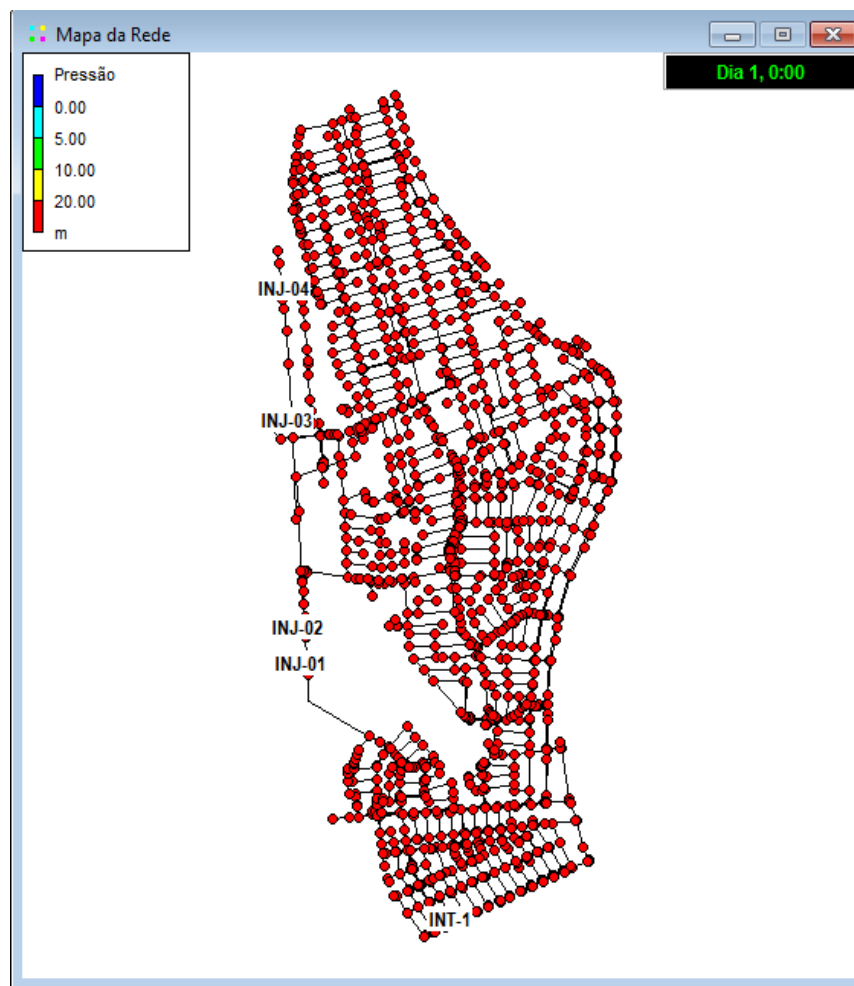
- **Análise com Dados Medidos em 2013 para a Rede**

Na segunda análise efetuada, compararam-se os resultados da simulação hidráulica da Rede com todos os atributos representativos para esta pesquisa devidamente medidos no ano de 2013 com os resultados da simulação hidráulica da Rede no horizonte de projeto (tido como o limite de referência para a análise de sua eficiência). Nesse contexto, chegou-se, ao simular a Rede com os dados de 2013, a um  $i_{ED}$  de 9,40 m/km, já denotando, portanto, uma considerável ineficiência em comparação com os 6,24 m/km tidos como referência.

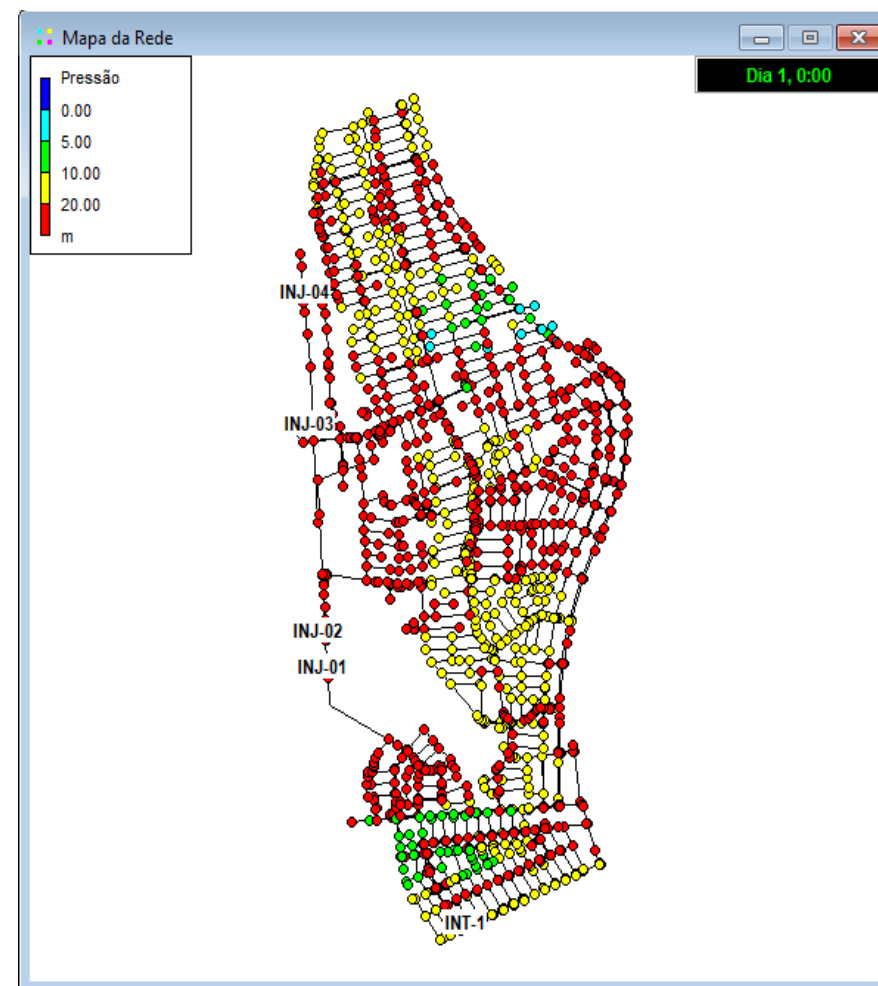
Tal cenário já era esperado, uma vez que, como já explicado, a população dos bairros abastecidos pela Rede Bessa cresceu muito mais intensamente do que o previsto inicialmente pelo projetista no ano de 2003. Foi possível verificar que, enquanto a população para a cidade de João Pessoa, como um todo, cresceu, em média, 2,6% ao ano (utilizando dados dos Censos do IBGE de 1970 até o ano de 2000), as populações dos bairros do Bessa, Jardim Oceania e Aeroclube (abastecidos pela Rede), pela análise de regressão linear realizada, cresceram, em média, cerca de 4,0% ao ano.

A partir da Figura 4.9, foi possível comparar as pressões disponíveis nos nós da Rede no ano 10 de sua operação. Na Figura 4.9(a), equivalente à simulação da Rede com critérios apenas de projeto, é possível verificar que praticamente todos os nós se encontram com bom nível de pressão (acima de 20 mca). Já na Figura 4.9(b), equivalente à simulação hidráulica do ano 10 com os dados medidos em campo para a Rede, são observados nós com insatisfatório nível de pressão (sendo constatada, até, a presença de alguns com amplitudes entre 0 e 5 mca).

Uma vez conhecido qualitativa e quantitativamente o fato de que a Rede já estava ineficiente energeticamente no ano de 2013, restou a dúvida sobre qual foi efetivamente o momento, antes de 2013, a partir do qual ela deixou de ser eficiente. Para isso, além das simulações para o ano 0 e para a simulação com os dados medidos em campo para o ano de 2013, mais quatro simulações hidráulicas foram geradas no EPANET para aferir o comportamento hidráulico da Rede nos anos 03, 05, 07 e 09.



(a)



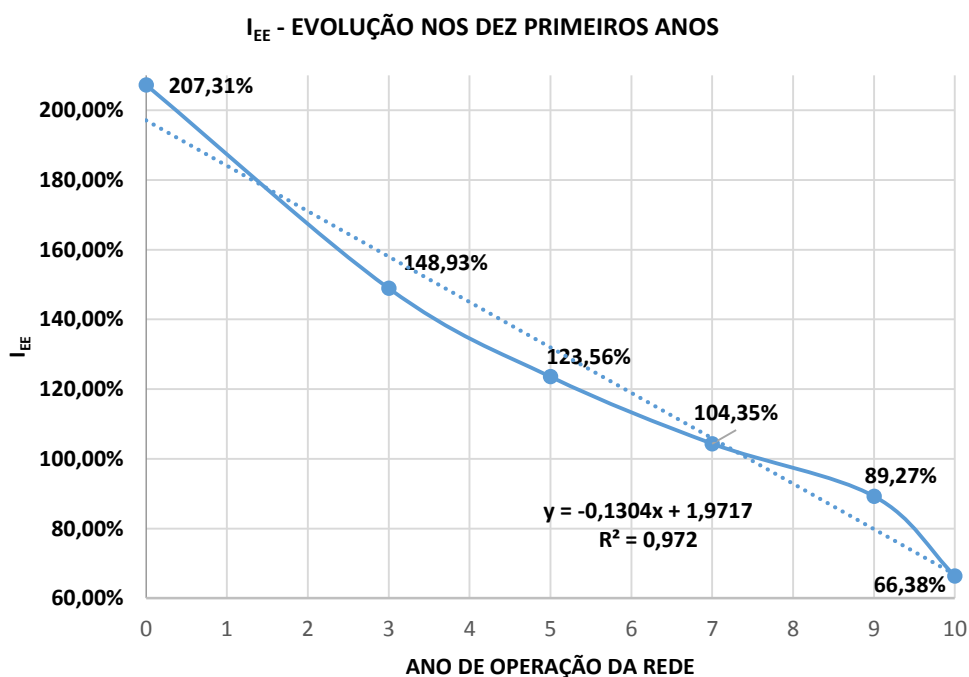
(b)

**Figura 4.9** – Análises de pressão nas simulações hidráulicas da Rede Bessa para o ano 10: (a) com critérios de projeto; e (b) com parâmetros reais medidos em campo.

Nesse caso, os cenários gerados foram alterados entre si, diferindo apenas no tocante às vazões nodais. Foi usada, então, a análise de regressão linear para os bairros abastecidos pela Rede, segundo os dados do IBGE para os censos 2000 e 2010, e não mais o modelo de crescimento anual médio de 2,6% para a cidade João Pessoa. Procedendo dessa maneira, bem como gerando apropriadamente as simulações para os cenários mencionados e calculando os respectivos valores de  $i_{ED}$  e  $I_{EE}$  para cada um deles, obteve-se a Tabela 4.16. Na Figura 4.10, é possível visualizar um modelo gráfico de evolução do indicador  $I_{EE}$  ao longo dos dez primeiros anos de operação da Rede, incluindo sua respectiva análise de regressão linear (com a devida equação quantificadora do comportamento verificado).

**Tabela 4.16** – Resultados gerados para efeito de aferição do momento real de ineficiência para a Rede Bessa.

ÍNDICE/INDICADOR		ANO 0	ANO 03	ANO 05	ANO 07	ANO 09	ANO 10
Índice de energia dissipada na rede de distribuição ( $i_{ED}$ ) [m/km]	Projetado	6,24					
	Real	3,01	4,19	5,05	5,98	6,99	<b>9,40</b>
Indicador de eficiência energética ( $I_{EE}$ )	$= [i_{ED}(\text{proj.}) / i_{ED}(\text{real})]$	207,31%	148,93%	123,56%	104,35%	89,27%	66,38%

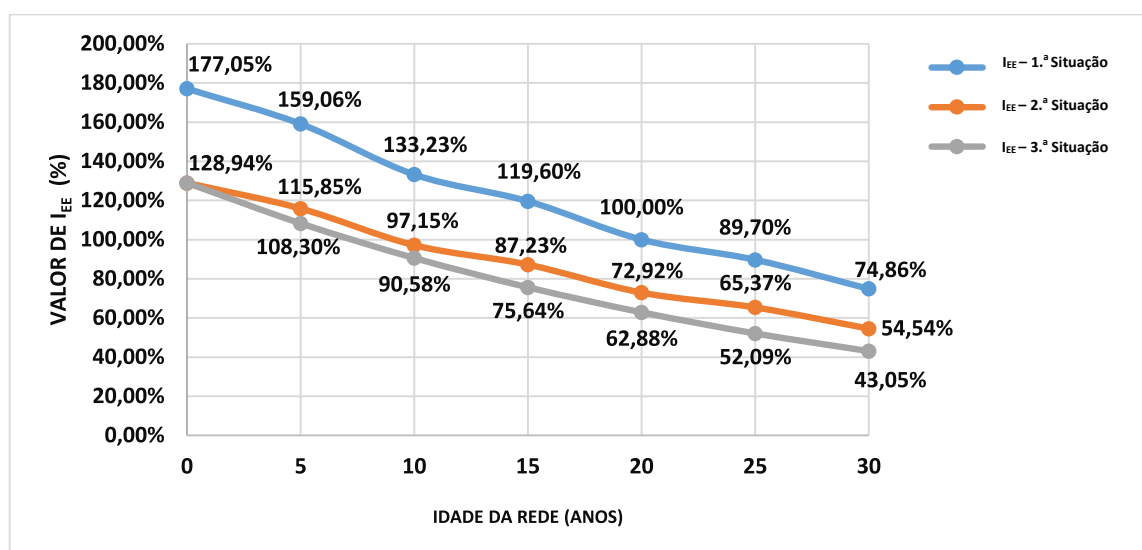


**Figura 4.10** – Detalhamento do indicador de eficiência energética,  $I_{EE}$ , na Rede Bessa, considerando apenas os dez primeiros anos de operação da Rede.

## 4.2 Importância do Indicador de Eficiência Energética, $I_{EE}$ , para as Companhias de Saneamento no Planejamento e na Reabilitação de seus Sistemas

### 4.2.1 Discussões acerca dos resultados obtidos na aplicação do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , na Rede Itororó

Obtido a partir dos resultados apresentados na subseção 4.1.1.2, o gráfico da Figura 4.11 mostra as curvas referentes a cada uma das três situações concebidas para o cálculo de  $I_{EE}$ , em cada um dos sete cenários de simulação.



**Figura 4.11** – Análise gráfica comparativa entre as três situações de aplicação do indicador de eficiência energética,  $I_{EE}$ , para a Rede Itororó.

Pode-se observar que há variações importantes nos valores do indicador  $I_{EE}$  em função da situação estudada. Tais valores são os maiores na Primeira Situação, tanto em termos absolutos quanto relativos, uma vez que são as condições mais favoráveis de simulação (menor crescimento demográfico médio anual, denotando, assim, menores demandas nodais e menores valores de rugosidade nas tubulações).

Já na Segunda Situação, é possível perceber uma queda nos níveis do indicador  $I_{EE}$  em virtude da imposição de fatores mais desfavoráveis na operação da Rede e na sua capacidade de transportar água adequadamente, tais como maiores demandas nodais (em virtude da incorporação de um nível maior de crescimento demográfico em relação ao previsto inicialmente em projeto).

Por fim, a Terceira Situação é a mais severa em termos de eficiência energética da Rede: sua ineficiência está evidenciada nos valores mais baixos de  $I_{EE}$  em relação às outras

duas situações de modelagem hidráulica. Isso acontece graças ao fato de que, além da adição de demandas maiores do que as previstas em projeto, se incorporou um processo ainda mais acelerado da capacidade de transporte de água pelas tubulações, refletido na diminuição ainda mais acentuada dos coeficientes de rugosidade com o passar do tempo.

A partir desses resultados, confirma-se o potencial de aplicação da metodologia do índice  $i_{ED}$  e do indicador  $I_{EE}$  para a quantificação da eficiência energética de uma determinada rede de distribuição de água. Tal metodologia pode fornecer informações aos gestores de sistemas de abastecimento de água sobre muitos aspectos importantes do desempenho desses sistemas, como, por exemplo, a capacidade de transporte de água da rede. Ou seja, um valor de  $I_{EE}$  inferior a 100% indica que a rede, em comparação com as condições operacionais de projeto, está com incapacidade de transporte de água, e quão mais abaixo de 100% for esse valor, menor ainda será essa capacidade de transporte. É possível também comparar eficiências energéticas de redes distintas (desde que sejam utilizados os mesmos cenários de análise), o que, por sua vez, pode ser muito útil aos gestores, no sentido de que será possível acompanhar, controlar e melhorar (se for o caso) a evolução dessas eficiências no contexto de todas as redes da mesma concessionária de abastecimento.

#### **4.2.2 Discussões acerca dos resultados obtidos na aplicação do indicador de eficiência energética, $I_{EE}$ , na Rede Bessa**

Dos resultados apresentados na subseção 4.1.2.2, tanto pela Tabela 4.16 quanto pela Figura 4.10, percebe-se que a Rede Bessa passou a ser ineficiente hidraulicamente (ou seja, o  $I_{EE}$  passou a ser inferior a 100%) entre os anos 7 e 8 de sua operação. Fazendo uso da equação obtida por regressão linear com satisfatório valor de  $R^2$  (0,972), a idade exata em que a Rede se tornou ineficiente foi de 7,45 anos, isto é, aproximadamente no quinto mês do sétimo ano de sua operação. Dessa maneira, percebe-se que os resultados para a Rede Bessa são bastante coerentes, quando comparados com a realidade encontrada nos bairros abastecidos pela Rede. Fica ratificado, portanto, o potencial do indicador de eficiência energética,  $I_{EE}$ , de fornecer subsídios para a quantificação da capacidade de transporte de água de uma determinada rede de tubulações pressurizadas. Como se pode perceber, a metodologia desenvolvida nesta pesquisa permite informar aos gestores de sistemas de abastecimento sobre muitos aspectos importantes do desempenho dos sistemas de abastecimento de água. Como exemplo principal, cita-se a perda da capacidade de transporte de água da Rede, seja a partir do surgimento de demandas maiores que as previstas no seu projeto, seja em função da deterioração da rugosidade de suas tubulações.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÕES

Em vista da crescente necessidade de melhoria das condições hidráulicas e energéticas de operação dos sistemas de abastecimento de água, surge a necessidade de se dispor de um indicador de desempenho que permita auferir se uma determinada rede está, ou não, com alguma incapacidade de transporte de água. O valor desse indicador poderá servir de base para saber se uma determinada rede de distribuição de água necessita, ou não, de reabilitação, com vistas a melhorar a sua capacidade de transporte das vazões demandadas.

Neste trabalho, objetivou-se desenvolver um indicador que fosse o mais hábil possível no diagnóstico da eficiência hidráulica e energética de redes de distribuição de água. Esse indicador foi denominado de *indicador de eficiência energética de redes de distribuição de água*, simbolicamente  $I_{EE}$ . Para tanto, além da revisão bibliográfica — em que se discutiram aspectos concernentes à relação entre água e energia no saneamento, bem assim a situação da perda da capacidade de transporte da água distribuída, a questão da eficiência hidroenergética e a consolidação dos indicadores, existentes na literatura, de avaliação hidráulica e energética de sistemas de abastecimento de água —, explicou-se toda a metodologia embasadora da pesquisa.

Foram concebidos dois contextos de aplicação do  $I_{EE}$ , referentes a duas redes reais de distribuição de água. Uma vez que o indicador proposto é expresso em valores percentuais, tornou-se possível comparar diretamente os valores obtidos nas análises de cada rede em consideração.

É possível fazer um rápido paralelo entre os indicadores presentes na literatura técnica especializada e o proposto por esta pesquisa. De fato, apesar de os indicadores apresentados na literatura abrangerem uma quantidade considerável de facetas dos sistemas — como, por exemplo, os indicadores *per capita*, os de perdas de água, os de energia, os de gases do efeito estufa e os econômico-financeiros —, o indicador proposto versa apenas sobre redes de distribuição de água e, mais especificamente, sobre a avaliação de sua eficiência na capacidade de transportar água.

Quanto aos resultados obtidos com a aplicação do indicador proposto em duas redes de distribuição reais, endossam-se a coerência e o potencial técnico de sua aplicação em termos mais gerais. Nesse sentido, viu-se, na Rede Itororó (BA), que houve variações importantes nos valores do  $I_{EE}$  em função de cada uma das três situações estudadas. Tais valores são os maiores na Primeira Situação (variando de 177,05%, no ano 0 de operação da



Rede, até 74,86%, no ano 30), tendo em vista que se trata das condições mais favoráveis de simulação (menor crescimento demográfico médio anual, gerando, assim, menores demandas nodais e menores valores de rugosidade nas tubulações).

Na Segunda Situação, foi possível notar uma queda nos níveis do  $I_{EE}$  (indo de 128,94%, no ano 0, até 54,54%, no ano 30), graças à incorporação de fatores mais desfavoráveis ao desempenho da Rede na sua capacidade de transportar água apropriadamente, tais como maiores vazões nodais (em virtude do acréscimo de um nível maior de crescimento demográfico em referência ao que foi previsto inicialmente em projeto).

Já a Terceira Situação foi considerada a mais severa em termos de eficiência energética da Rede, sendo sua ineficiência reproduzida nos valores mais baixos de  $I_{EE}$  em relação às outras duas situações de modelagem hidráulica. Neste caso, tais valores de eficiência variaram de 128,94%, no ano 0, a 43,05% , no ano 30. Como era de se esperar, isso se deveu ao fato de que, além do acréscimo de vazões maiores do que as previstas em projeto, também se adicionou um processo ainda mais acelerado da capacidade de transporte de água pelas tubulações, a partir da diminuição ainda mais pronunciada dos coeficientes de rugosidade com o passar do tempo.

Dessa forma, quanto à Rede Itororó, é possível indicar os seguintes valores médios relativos ao decréscimo de eficiência hidroenergética (materializada pelos cálculos de  $I_{EE}$ ) entre as situações:

- Da Primeira Situação para a Segunda, o  $I_{EE}$  caiu 27,16%;
- Da Segunda Situação para a Terceira, o  $I_{EE}$  diminuiu 11,67%;
- Da Primeira Situação para a Terceira, o  $I_{EE}$  decresceu 35,57%.

No que se refere aos resultados da aplicação do indicador de eficiência energética,  $I_{EE}$ , na Rede Bessa, responsável por abastecer três grandes bairros da cidade de João Pessoa (PB), destaca-se que foi possível conceber que ela se tornou ineficiente hidraulicamente (ou seja, o  $I_{EE}$  passou a ser inferior a 100%) entre os anos 7 e 8 de sua operação. Lançando mão da equação obtida por regressão linear ( $y = -0,1304x + 1,9717$ ), com aceitável valor de coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,972$ ), a idade exata em que a Rede se tornou ineficiente foi de 7,45 anos, ou seja, aproximadamente no quinto mês do sétimo ano de sua operação.

Portanto, como se pode concluir, o  $I_{EE}$  pode ser muito bem utilizado para diagnosticar a eficiência (ou ineficiência) hidroenergética de determinada rede de distribuição de água. No caso de uma eventual ineficiência, demonstra-se a incapacidade de transporte de água da rede analisada. Essa incapacidade gera muitos prejuízos para a qualidade do serviço de

abastecimento, com sérias consequências relacionadas, por exemplo, à diminuição das pressões disponíveis em parte da área abastecida e, por conseguinte, à falta de água em determinados pontos da rede por deficiência de energia hidráulica no transporte.

Saliente-se que todas as redes potencialmente passíveis de análise por meio da metodologia proposta podem apresentar diferentes características físicas e topográficas, bem como distintas demandas de água. Nesse sentido,  $I_{EE}$  quantifica, para cada uma delas, a relação entre a energia dissipada por perda de carga no cenário de referência previsto no projeto da rede e num cenário qualquer de avaliação dessa mesma rede, em que o último é calculado dentro dos limites operacionais da rede num determinado tempo específico, considerando a variação da demanda e/ou mudança da rugosidade dos tubos.

Pode-se destacar que, pelo fato de o indicador ser expresso em valores absolutos, se torna possível comparar diretamente o valor obtido nas análises de qualquer rede de distribuição. Sendo assim, é perfeitamente possível aplicar a metodologia detalhada nesta Dissertação a qualquer rede, desde que fixados tanto o modelo hidráulico de referência quanto o contexto prático de aplicação do indicador.

Enfatize-se, por fim, que a presente Dissertação corrobora o debate amplo e disseminado na sociedade mundial sobre o desenvolvimento sustentável. De todo o modo, independentemente das soluções para os problemas vislumbrados sobre o tema, as possíveis ações em prol de níveis cada vez maiores de eficiência hidráulica e energética em sistemas de abastecimento devem ser empreendidas de forma fluente e imediata — e não estorvadas e procrastinadas — para o bem de toda a sociedade.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Brasil**: abastecimento urbano de água. Brasília: ANA: ENGECORPS: COBRAPE, 2010.

\_\_\_\_\_. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2013. 432 p. ISBN 978-85-882100-15-8.

ALEGRE, H. et al. **Methodological approach for the rehabilitation of water distribution systems**: case study application based on the CARE-W system. In: WATER DISTRIBUTION SYSTEMS ANALYSIS SYMPOSIUM, 8., Cincinnati, Ohio, USA, August 27–30, 2006. **Proceedings...** Cincinnati, USA: ASCE, 2006. pp. 1-19. ISBN: 9780784409411

ALVISI, S.; FRANCHINI, M. **Rehabilitation, repairing and leakage detection optimization in water distribution systems**. In: WATER DISTRIBUTION SYSTEMS ANALYSIS SYMPOSIUM, 8., Cincinnati, Ohio, USA, August 27–30, 2006. **Proceedings...** Cincinnati, USA: ASCE, 2006.

\_\_\_\_\_. **Multiobjective optimization of rehabilitation and leakage detection scheduling in water distribution systems**. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 2009.

AZEVEDO NETTO et al. **Manual de hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Blucher, 1998. p. 148-153.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013. Brasília: SNSA/MCIDADES, abr. 2014. 181 p.

BRUNETTI, Franco. **Mecânica dos fluidos**. 2. ed. rev. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.

CHAMA NETO, P. J. **Redes de distribuição de água**. In: TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

DACACH, N. G. **Sistemas urbanos de água**. Rio de Janeiro: LTC, 1975.

DIAS, R. A.; MATTOS, C. R. P.; BALESTIERI, J. A. **The limits of human development and the use of energy and natural resources**. *Energy Policy*, v. 34, n. 1, pp. 1026-1031, 2006.

ENGELHARDT, M. O. et al. **Rehabilitation strategies for water distribution networks**: a literature review with a UK perspective. *Urban Water*, v. 1, n. 2, 2000.

EVINS, C. et al. **Planning the rehabilitation of water distribution systems**. Marlow, UK: Water Research Center, 1989.

GIACONE, E.; MANCÒ, S. **Energy efficiency measurement in industrial processes**. *Energy*, v. 38, n. 1, p. 331-345, 2012.

GOMES, H. P. **Sistemas de abastecimento de água**: dimensionamento econômico e operação de redes e elevatórias. 3. ed. rev. e ampliada. João Pessoa: Editora Universitária – UFPB, 2009a. 277 p. ISBN 978-85-7745-349-8.

\_\_\_\_\_. **Eficiência hidráulica e energética em saneamento**: análise econômica de projetos. João Pessoa: Editora Universitária – UFPB, 2009b. 145 p.

GOMES, H. P.; BEZERRA, S. T. M. **Macromedicação**. João Pessoa: Editora Universitária – UFPB, 2009.

GRILO, T. V. **Técnicas de reabilitação de sistemas de abastecimento de água**: metodologia conceptual e aplicação a casos de estudo. 2007. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico de Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2007.

HADZILACOS, T. et al. **UtilNets**: a water mains rehabilitation decision-support system. *Computers, Environment and Urban System*. Elsevier Science, pp. 217-218, 2000.

IBGE. **Censo Demográfico 2000**: Características da população e dos domicílios: Resultados do universo. Disponível em:  
<<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/>>. Acesso em: 10 out. 2016.

\_\_\_\_\_. **Censo Demográfico 2010**: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 215 p. ISSN 0104-3145.

KLEINER, Y. et al. **Water distribution network renewal planning**. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 2001.

KUCUKALI, S. **Municipal water supply dams as a source of small hydropower in Turkey**. *Renewable Energy Journal*, v. 35, n. 1, pp. 2001-2007, 2010.

MARTINS, G; SOBRINHO, P. A. **Abastecimento de água**. In: TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. 2. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. **National water footprint accounts**: the green, blue and grey water footprint of production and consumption. Vol. 1: Main Report. Delft: UNESCO-IHE, May 2011.

MUTIKANGA, H. E; SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K. **Review of methods and tools for managing losses in water distribution systems**. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v. 1, n. 1, 2012.

OLIVEIRA, J. M. G. C. **Produção e apropriação do espaço**: a verticalização em Belém - PA. 1992. 100 f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

ORELLANA, A. **Contribuição ao estudo do planejamento de reabilitação de redes de distribuição de água**. 2011. 143 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

PRINCE, Aloísio de Araújo. **Rede de distribuição**. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. de. (Org.). **Abastecimento de água para consumo humano**. 2. ed. rev. e atualizada. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010. p. 615-691.

RAMIRES, J. C. L. **O processo de verticalização das cidades brasileiras**. *Boletim de Geografia*, v. 16, n. 1, p. 97-105, 1998.

ROSSMAN, L. A. **EPANET 2 Users Manual**. Cincinnati, Ohio: EPA, Sept. 2000.

SHRESTHA, E. et al. **The carbon footprint of water management policy options**. *Energy Policy*, v. 42, March 2012, pp. 201–212.

TANAKA, K. **Assessment of energy efficiency performance measures in industry and their application for policy**. *Energy Policy*, v. 36, n. 1, pp. 2877-2892, 2008.

VILANOVA, M. R. N.; BALESTIERI, J. A. P. **Energy and hydraulic efficiency in conventional water supply systems**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 1, n. 30, pp. 701-714, 2014.

\_\_\_\_\_. **Exploring the water-energy nexus in Brazil: The electricity use for water supply**. *Energy*, v. 1, n. 85, pp. 415-432, 2015a.

\_\_\_\_\_. **Modeling of hydraulic and energy efficiency indicators for water supply systems**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 1, n. 48, pp. 540-557, 2015b.

VILANOVA, M. R. N.; MAGALHÃES FILHO, P.; BALESTIERI, J. A. P. **Performance measurement and indicators for water supply management: review and international cases**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 1, n. 43, pp. 1-12, 2015.

WEBER, L. **Some reflections on barriers to the efficient use of energy**. *Energy Policy*, v. 1, n. 25, pp. 833-835, 1997.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). **The United Nations World Water Development Report 2014: Water and Energy**. Vol. 1. Paris: UNESCO, 2014.

## **APÊNDICE A**

**RELATÓRIO DAS SIMULAÇÕES HIDRÁULICAS DA REDE BESSA, TANTO PARA OS NÓS QUANTO PARA AS TUBULAÇÕES, NO CENÁRIO CALCULADO DO ANO 0 (2003) E NO CENÁRIO MEDIDO DO ANO 10 (2013)**

**Tabela A.1** – Dados dos nós da Rede Bessa no cenário calculado do ano 0 (2003) e no cenário medido do ano 10 (2013).

Nó	Cota (m)	ANO 0 CALCULADO (2003)		ANO 10 MEDIDO (2013)	
		Consumo-Base (ℓ/s)	Pressão (mca)	Consumo-Base (ℓ/s)	Pressão (mca)
N1	5,03	0,18	39,22	0,31	25,99
N2	4,99	0,09	39,34	0,16	26,27
N3	4,95	0,23	40,11	0,39	28,48
N4	5,92	0,21	39,55	0,36	28,72
N5	5,56	0,15	40,06	0,26	29,54
N6	6,73	0,11	39,63	0,19	30,63
N7	6,73	0,11	39,63	0,19	30,64
N8	6,68	0,13	39,73	0,23	30,84
N9	5,16	0,16	39,69	0,28	27,64
N10	4,49	0,07	40,16	0,12	27,69
N11	4,49	0,07	40,16	0,12	27,68
N12	4,21	0,13	40,41	0,22	27,89
N13	4,41	0,18	40,16	0,31	27,54
N14	3,80	0,15	40,71	0,26	27,99
N15	4,82	0,21	39,59	0,36	26,67
N16	4,99	0,13	39,35	0,22	26,30
N17	6,21	0,02	38,13	0,04	25,10
N18	3,94	0,02	40,40	0,04	27,37
N22	6,62	0,18	39,95	0,31	31,60
N23	7,30	0,11	39,27	0,19	30,93
N24	3,32	0,07	40,81	0,12	27,24
N25	3,78	0,08	40,35	0,14	26,80
N26	3,78	0,08	40,35	0,14	26,79
N27	3,55	0,09	40,27	0,16	26,04
N28	3,83	0,11	39,84	0,19	25,30
N29	3,95	0,08	39,58	0,14	24,76
N30	3,88	0,36	39,24	0,61	23,57
N31	3,98	0,40	39,01	0,68	23,09
N32	3,93	0,40	39,03	0,68	23,03
N33	4,49	0,07	40,12	0,12	27,56
N34	4,49	0,08	40,12	0,14	27,56
N35	4,78	0,08	39,83	0,14	27,27
N36	4,38	0,00	44,53	0,00	44,38
N37	7,30	0,13	39,37	0,23	31,25
N38	5,48	0,16	35,54	0,28	15,92
N39	5,16	0,27	35,83	0,46	16,17
N40	5,32	0,13	35,67	0,22	16,00
N41	5,51	0,13	35,47	0,22	15,79
N42	7,41	0,11	39,19	0,19	30,92
N43	3,55	0,07	40,27	0,12	26,05
N44	5,74	0,26	36,62	0,45	19,59
N45	5,74	0,26	36,50	0,45	19,22
N46	5,25	0,16	36,11	0,28	17,04
N47	5,25	0,16	36,10	0,28	17,02
N48	3,73	0,15	39,62	0,26	24,52
N49	3,73	0,15	39,62	0,26	24,52
N50	4,07	0,09	39,17	0,16	23,84
N51	4,07	0,09	39,14	0,16	23,75
N52	4,47	0,18	38,90	0,31	23,84
N53	4,47	0,18	38,89	0,31	23,82
N54	5,28	0,08	37,90	0,14	22,87
N55	5,19	0,11	37,83	0,19	22,47
N61	6,32	0,08	32,26	0,14	7,02
N62	6,70	0,11	31,88	0,19	6,63
N63	5,82	0,16	33,30	0,27	9,19
N64	7,08	0,13	32,03	0,23	7,89
N65	5,41	0,13	37,07	0,23	19,90
N66	5,41	0,24	37,02	0,41	19,75

N67	5,36	0,18	37,58	0,31	22,02
N68	5,55	0,15	37,43	0,26	21,98
N69	4,82	0,27	37,23	0,46	19,75
N70	4,89	0,09	37,16	0,16	19,67
N71	5,25	0,07	38,02	0,12	23,19
N72	5,42	0,04	37,85	0,07	23,02
N73	5,42	0,04	37,85	0,07	23,03
N74	5,55	0,05	37,73	0,09	22,92
N75	5,30	0,04	37,99	0,07	23,21
N76	4,96	0,09	37,98	0,16	21,85
N77	4,71	0,11	38,21	0,19	22,05
N78	5,35	0,16	36,52	0,28	18,52
N79	5,70	0,05	36,17	0,09	18,16
N80	5,05	0,24	38,54	0,41	24,00
N81	6,24	0,13	37,34	0,22	22,77
N82	5,16	0,29	35,75	0,49	15,96
N83	6,03	0,16	34,86	0,28	15,03
N84	5,32	0,19	35,79	0,32	16,44
N85	5,21	0,13	35,86	0,22	16,42
N86	5,06	0,23	36,00	0,39	16,53
N87	5,21	0,13	35,75	0,22	16,03
N88	5,31	0,13	35,64	0,22	15,88
N89	2,03	0,05	39,08	0,09	19,35
N90	2,03	0,05	39,08	0,09	19,34
N91	1,99	0,02	39,12	0,04	19,38
N92	1,88	0,04	39,22	0,07	19,48
N93	3,09	0,04	43,91	0,07	43,91
N94	2,52	0,05	44,45	0,09	44,38
N95	1,96	0,05	44,99	0,09	44,86
N96	2,06	0,05	44,87	0,09	44,71
N97	2,17	0,07	44,75	0,12	44,57
N98	2,14	0,07	44,78	0,12	44,60
N99	3,40	0,16	37,59	0,27	17,43
N100	4,60	0,03	36,39	0,05	16,23
N101	4,20	0,03	36,79	0,05	16,63
N102	2,77	0,29	38,50	0,50	19,09
N103	2,77	0,23	38,45	0,39	18,96
N104	4,72	0,13	36,48	0,23	16,94
N105	3,38	0,11	37,76	0,18	18,12
N106	2,22	0,11	38,92	0,18	19,25
N107	2,53	0,11	38,59	0,18	18,90
N108	2,22	0,08	38,90	0,14	19,20
N109	2,31	0,11	38,74	0,18	18,90
N110	2,43	0,18	38,62	0,31	18,77
N111	7,86	0,13	38,74	0,23	30,47
N112	7,18	0,11	39,42	0,18	31,15
N113	7,14	0,11	39,46	0,19	31,19
N114	7,41	0,11	39,19	0,19	30,92
N115	4,73	0,13	37,98	0,23	21,27
N116	4,81	0,16	37,90	0,27	21,19
N117	4,84	0,08	37,86	0,14	21,16
N118	4,86	0,23	37,84	0,39	21,13
N119	4,98	0,19	37,75	0,32	21,11
N120	5,32	0,23	37,12	0,39	19,85
N121	3,74	0,00	39,58	0,00	24,86
N122	3,74	0,00	39,58	0,00	24,86
N123	3,74	0,00	39,58	0,00	24,86
N124	3,74	0,00	39,58	0,00	24,86
N125	3,74	0,00	39,58	0,00	24,86
N126	3,74	0,00	39,58	0,00	24,86
N127	3,74	0,00	39,58	0,00	24,86
N128	5,03	0,00	38,29	0,00	23,57
N129	4,98	0,00	38,34	0,00	23,62
N130	4,38	0,00	38,94	0,00	24,22
N131	3,74	0,00	39,58	0,00	24,86
N132	3,74	0,00	39,58	0,00	24,86



N133	5,73	0,18	39,88	0,31	29,34
N134	5,73	0,18	39,87	0,31	29,33
N135	5,56	0,19	40,05	0,32	29,52
N136	4,33	0,00	44,45	0,00	42,24
N137	3,69	0,00	45,09	0,00	42,88
N138	4,33	0,00	39,72	0,00	26,21
N139	3,94	0,00	40,11	0,00	26,60
N140	4,33	0,00	39,72	0,00	26,21
N141	4,33	0,00	39,72	0,00	26,21
N142	4,33	0,00	39,72	0,00	26,21
N143	4,38	0,00	44,62	0,00	44,62
N144	3,69	0,00	40,19	0,00	26,41
N145	3,69	0,00	39,98	0,00	25,84
N146	5,61	0,01	38,65	0,01	25,48
N147	5,12	0,19	39,16	0,32	25,92
N148	5,12	0,19	39,17	0,32	25,92
N149	4,78	0,08	39,83	0,14	27,28
N150	4,92	0,07	39,67	0,12	27,09
N151	4,27	0,05	37,60	0,09	19,72
N152	4,27	0,05	37,73	0,09	20,13
N153	5,30	0,13	38,68	0,22	24,81
N154	5,30	0,13	38,70	0,22	24,87
N155	5,74	0,26	36,88	0,45	20,36
N156	5,59	0,26	40,21	0,45	30,14
N157	5,59	0,26	40,09	0,45	29,74
N158	5,79	0,32	40,21	0,54	30,61
N159	5,79	0,32	39,89	0,54	29,59
N160	6,60	0,27	39,86	0,46	31,29
N161	6,62	0,18	39,76	0,31	31,02
N162	6,47	0,20	39,83	0,35	30,92
N163	6,47	0,20	39,83	0,35	30,90
N164	6,56	0,35	39,66	0,59	30,57
N165	5,22	0,18	41,14	0,31	32,35
N166	5,73	0,23	40,65	0,39	31,91
N167	6,62	0,16	39,93	0,27	31,56
N168	5,11	0,26	41,11	0,45	32,00
N169	5,59	0,26	40,21	0,45	30,15
N170	5,53	0,24	40,74	0,41	31,75
N171	3,84	0,20	39,54	0,35	24,50
N172	3,50	0,19	39,98	0,32	25,14
N173	3,94	0,01	41,21	0,01	30,32
N174	3,94	0,01	41,06	0,01	29,81
N175	4,44	0,00	42,16	0,00	34,75
N176	5,11	0,00	41,49	0,00	34,08
N177	3,94	0,00	42,66	0,00	35,25
N178	3,94	0,00	42,66	0,00	35,25
N179	3,94	0,00	42,66	0,00	35,25
N180	3,94	0,00	42,66	0,00	35,25
N181	3,57	0,00	43,03	0,00	35,62
N182	3,57	0,00	43,03	0,00	35,62
N183	4,03	0,00	42,57	0,00	35,16
N184	4,03	0,00	42,57	0,00	35,16
N185	4,03	0,00	42,57	0,00	35,16
N186	5,35	0,00	41,25	0,00	33,84
N187	4,75	0,00	41,85	0,00	34,44
N188	3,09	0,00	43,51	0,00	36,10
N189	3,09	0,00	43,51	0,00	36,10
N190	1,96	0,00	42,09	0,00	28,58
N191	2,30	0,00	41,75	0,00	28,24
N192	2,14	0,00	41,91	0,00	28,40
N193	4,03	0,00	40,02	0,00	26,51
N194	3,09	0,00	40,96	0,00	27,45
N195	2,52	0,00	41,53	0,00	28,02
N196	3,94	0,00	40,11	0,00	26,60
N197	4,70	0,00	45,00	0,00	44,99
N198	4,69	0,01	38,28	0,01	22,60

N199	4,40	0,01	38,57	0,01	22,89
N200	5,35	0,15	38,40	0,26	24,09
N201	5,27	0,02	38,47	0,04	24,17
N202	5,33	0,32	35,15	0,55	13,98
N203	5,12	0,21	35,32	0,36	14,06
N204	5,42	0,21	37,84	0,36	22,99
N205	5,33	0,08	37,63	0,14	22,13
N206	5,19	0,07	37,83	0,12	22,45
N207	5,07	0,16	37,85	0,28	22,26
N208	4,58	0,21	37,67	0,36	20,62
N209	5,43	0,15	36,80	0,26	19,71
N210	5,12	0,34	37,58	0,58	20,94
N211	4,74	0,16	37,93	0,28	21,23
N212	5,00	0,09	37,74	0,16	21,71
N213	5,03	0,08	37,69	0,14	21,63
N214	5,03	0,09	37,69	0,16	21,61
N215	5,19	0,08	37,75	0,14	22,17
N216	5,32	0,08	37,70	0,14	22,32
N217	5,01	0,02	38,32	0,04	23,63
N218	5,03	0,07	37,82	0,12	22,05
N219	4,78	0,08	37,95	0,14	21,92
N220	4,93	0,07	37,85	0,12	21,93
N221	4,59	1,04	38,25	1,78	22,51
N222	4,31	0,09	38,51	0,16	22,72
N223	4,31	0,08	38,51	0,14	22,71
N224	4,01	0,07	39,40	0,12	24,85
N225	3,74	0,07	39,67	0,12	25,13
N226	4,05	1,02	39,38	1,74	24,88
N227	4,17	0,08	36,19	0,14	14,97
N228	4,61	0,08	35,74	0,14	14,51
N229	4,35	0,07	35,95	0,12	14,58
N230	4,42	0,08	35,87	0,14	14,50
N231	4,82	0,08	35,55	0,14	14,33
N232	4,61	0,09	35,70	0,16	14,36
N233	5,47	0,16	37,31	0,28	21,20
N234	5,66	0,01	37,22	0,01	21,34
N235	5,42	0,29	35,38	0,49	14,90
N236	5,12	0,21	35,71	0,36	15,27
N237	4,52	0,11	36,36	0,19	16,19
N238	5,27	0,08	37,03	0,14	19,87
N239	5,33	0,01	37,48	0,01	21,38
N240	5,27	0,32	35,13	0,55	13,78
N241	4,93	0,15	35,44	0,26	14,02
N242	5,38	0,16	38,61	0,28	24,84
N243	5,60	0,19	38,39	0,32	24,61
N244	5,31	0,16	38,59	0,28	24,63
N245	5,83	0,19	38,04	0,32	24,00
N246	4,02	0,23	34,23	0,39	8,48
N247	5,01	0,15	33,19	0,26	7,34
N248	3,09	0,04	38,98	0,07	23,07
N249	4,75	0,05	37,32	0,09	21,41
N250	3,09	0,04	38,98	0,07	23,07
N251	5,70	0,13	36,39	0,22	20,51
N252	5,82	0,16	35,82	0,28	18,37
N253	2,90	0,05	38,74	0,09	21,28
N254	5,74	0,16	35,83	0,28	18,03
N255	2,64	0,05	38,93	0,09	21,12
N256	5,67	0,16	36,06	0,28	18,22
N257	1,98	0,04	39,75	0,07	21,90
N258	3,07	0,11	39,06	0,18	21,45
N259	3,76	0,08	39,08	0,14	22,93
N260	2,47	0,02	39,49	0,04	21,49
N261	2,03	0,05	39,93	0,09	21,93
N262	1,99	0,02	39,97	0,04	21,97
N263	5,52	0,20	36,51	0,35	18,68
N264	5,69	0,16	36,27	0,28	18,29

N265	3,38	0,08	37,75	0,14	18,06
N266	1,52	0,03	39,60	0,05	19,89
N267	4,10	0,18	37,81	0,31	19,70
N268	2,87	0,18	39,00	0,31	20,82
N269	4,70	0,03	36,42	0,05	16,54
N270	4,65	0,03	36,47	0,05	16,59
N271	4,38	0,05	36,74	0,09	16,85
N272	4,72	0,13	36,41	0,23	16,54
N338	6,78	0,24	34,84	0,41	15,99
N339	6,78	0,24	34,84	0,41	15,99
N340	5,40	0,26	38,91	0,45	25,69
N341	5,89	0,20	38,33	0,35	24,90
N342	5,89	0,20	38,33	0,35	24,89
N352	6,07	0,23	37,47	0,39	22,63
N353	5,96	0,24	37,59	0,41	22,77
N354	5,87	0,35	37,44	0,59	22,14
N355	5,48	0,26	36,23	0,45	17,55
N356	5,48	0,29	36,20	0,50	17,45
N357	5,48	0,26	36,20	0,45	17,44
N379	6,62	0,18	35,61	0,31	18,00
N380	6,70	0,24	35,58	0,41	18,07
N381	6,62	0,32	35,72	0,54	18,35
N382	6,49	0,13	36,05	0,23	19,09
N383	6,04	0,16	36,70	0,27	20,16
N384	6,04	0,16	36,75	0,27	20,32
N385	5,48	0,01	37,23	0,01	20,65
N386	5,48	0,35	37,24	0,59	20,66
N387	5,48	0,35	37,24	0,59	20,66
N388	5,03	0,11	37,86	0,18	21,65
N389	5,03	0,11	37,87	0,18	21,68
N390	5,27	0,11	37,69	0,18	21,62
N391	5,27	0,11	37,69	0,18	21,64
N392	5,56	0,16	37,21	0,28	21,07
N393	4,18	0,11	39,94	0,19	26,37
N394	3,80	0,15	40,28	0,26	26,61
N395	3,80	0,15	40,28	0,26	26,61
N396	3,80	0,13	40,23	0,22	26,46
N397	3,80	0,13	40,23	0,22	26,46
N398	3,83	0,15	39,48	0,26	24,17
N399	3,93	0,15	39,11	0,26	23,25
N400	4,06	0,07	38,38	0,12	21,22
N401	4,18	0,18	37,67	0,31	19,27
N402	4,79	0,19	36,57	0,32	17,14
N403	4,89	0,16	36,31	0,28	16,52
N404	5,30	0,13	35,87	0,22	16,03
N405	5,30	0,13	35,89	0,22	16,09
N406	5,66	0,08	35,61	0,14	15,98
N407	5,68	0,16	35,52	0,28	15,75
N408	5,53	0,16	35,67	0,28	15,90
N409	5,33	0,19	35,86	0,32	16,07
N410	5,33	0,16	35,86	0,28	16,05
N411	5,01	0,11	36,17	0,19	16,35
N412	5,19	0,01	38,13	0,01	23,40
N413	4,51	0,02	38,84	0,04	24,19
N414	4,47	1,04	38,91	1,78	24,30
N415	4,31	1,00	39,20	1,71	24,85
N416	4,70	1,00	39,00	1,71	25,03
N417	5,62	0,00	38,62	0,00	25,78
N418	4,44	0,01	40,00	0,01	27,57
N419	4,33	0,01	40,26	0,01	28,15
N420	5,66	0,02	39,07	0,04	27,08
N421	6,21	0,02	38,33	0,04	25,85
N422	6,21	0,02	38,32	0,04	25,81
N423	6,21	0,02	38,20	0,04	25,37
N424	6,21	0,02	38,13	0,04	25,12
N425	6,21	0,02	38,13	0,04	25,09

N426	6,21	0,05	38,09	0,09	24,98
N427	6,21	0,02	38,02	0,04	24,75
N428	6,21	0,09	37,90	0,16	24,38
N429	5,94	0,16	38,10	0,28	24,43
N430	5,48	0,16	38,35	0,28	24,21
N431	5,52	0,16	38,30	0,28	24,15
N432	5,06	0,02	38,71	0,04	24,45
N433	5,09	0,04	38,64	0,07	24,30
N434	5,09	0,04	38,64	0,07	24,29
N435	4,67	0,11	39,08	0,19	24,77
N436	4,82	0,21	38,98	0,36	24,76
N437	5,33	0,08	37,62	0,14	22,10
N438	4,85	0,21	38,09	0,36	22,54
N439	5,33	0,11	37,62	0,19	22,09
N440	4,74	0,21	37,34	0,36	19,92
N441	5,10	0,15	36,86	0,26	19,19
N442	5,09	0,16	36,87	0,28	19,18
N443	5,12	0,19	37,97	0,32	22,17
N444	5,09	0,25	37,96	0,43	22,07
N445	4,91	0,19	37,80	0,32	21,18
N446	5,07	0,29	37,64	0,49	21,03
N447	4,96	0,13	35,61	0,22	14,94
N448	4,75	0,13	35,83	0,22	15,17
N449	4,75	0,13	35,83	0,22	15,17
N450	4,59	0,02	38,76	0,04	24,11
N451	4,94	0,11	35,54	0,19	14,55
N452	4,80	0,07	35,67	0,12	14,66
N453	5,12	0,21	35,72	0,36	15,31
N454	5,12	0,19	35,72	0,32	15,30
N455	5,56	0,16	37,21	0,28	21,08
N456	5,25	0,29	38,45	0,49	24,06
N457	6,21	0,08	37,90	0,14	24,37
N458	6,21	0,02	38,13	0,04	25,09
N459	6,15	0,02	38,19	0,04	25,15
N460	5,28	0,16	37,45	0,28	21,07
N461	5,28	0,16	37,45	0,28	21,08
N462	5,40	0,18	36,60	0,31	18,78
N463	5,54	0,19	35,98	0,32	17,23
N464	5,47	0,15	35,87	0,26	16,80
N465	5,72	0,15	35,55	0,26	16,37
N466	6,03	0,11	35,17	0,19	15,93
N467	5,42	0,11	35,75	0,19	16,48
N468	5,30	0,16	35,82	0,28	16,47
N469	5,50	0,21	35,61	0,36	16,26
N470	5,50	0,18	35,76	0,31	16,66
N471	5,36	0,18	36,18	0,31	17,58
N472	5,36	0,16	36,56	0,28	18,67
N473	5,60	0,16	36,95	0,28	20,28
N474	5,66	0,19	37,88	0,32	23,19
N475	5,42	0,16	38,34	0,28	24,08
N476	5,62	0,02	38,39	0,04	24,67
N477	5,62	0,02	38,39	0,04	24,67
N478	5,49	0,05	38,53	0,09	24,80
N479	6,21	0,07	37,80	0,12	24,07
N480	5,45	0,16	38,58	0,28	24,89
N481	5,62	0,01	38,39	0,01	24,67
N482	5,06	0,02	38,70	0,04	24,41
N483	5,00	0,09	38,60	0,16	24,01
N484	5,67	0,18	38,36	0,31	24,66
N485	5,86	0,02	38,17	0,04	24,47
N486	4,67	0,25	32,56	0,43	4,72
N487	4,36	0,09	32,87	0,16	5,01
N488	3,40	0,11	38,43	0,18	20,17
N489	3,40	0,16	38,44	0,27	20,18
N490	4,72	0,13	37,42	0,23	19,79
N491	4,92	0,13	37,52	0,23	20,52

N492	3,93	0,13	39,24	0,23	23,76
N493	3,93	0,13	39,33	0,23	24,04
N494	3,93	0,13	39,33	0,23	24,05
N495	4,12	0,16	39,21	0,27	24,07
N496	4,19	0,07	39,04	0,12	23,68
N497	4,19	0,07	39,03	0,12	23,64
N498	3,39	0,18	39,69	0,31	24,03
N499	4,70	0,19	38,39	0,32	22,75
N500	5,05	0,13	37,86	0,22	21,86
N501	5,69	0,16	38,00	0,28	23,61
N502	5,69	0,16	38,00	0,28	23,60
N503	5,69	0,16	37,99	0,28	23,58
N504	2,14	0,07	41,52	0,12	27,08
N505	2,14	0,07	41,52	0,12	27,07
N506	5,04	0,24	36,30	0,41	17,66
N507	5,04	0,24	36,31	0,41	17,69
N508	5,35	0,13	35,99	0,22	17,34
N509	4,98	0,15	36,41	0,26	18,01
N510	4,98	0,08	36,41	0,14	18,00
N511	5,70	0,13	36,42	0,22	20,63
N512	5,70	0,09	36,41	0,16	20,62
N556	6,73	0,11	32,11	0,18	7,40
N557	5,53	0,23	33,90	0,39	10,45
N558	5,53	0,24	33,90	0,41	10,44
N559	5,53	0,24	33,90	0,41	10,44
N560	5,53	0,18	33,91	0,31	10,48
N561	5,53	0,16	33,94	0,27	10,55
N562	5,53	0,23	34,04	0,39	10,87
N563	5,22	0,27	34,36	0,46	11,23
N564	5,69	0,32	33,98	0,54	11,03
N565	5,69	0,32	33,99	0,54	11,07
N566	5,69	0,34	33,99	0,58	11,06
N632	5,75	0,29	33,80	0,50	10,58
N633	5,75	0,32	33,80	0,54	10,59
N634	5,22	0,29	34,31	0,50	11,07
N635	5,50	0,23	33,74	0,39	9,89
N636	5,58	0,23	33,66	0,39	9,81
N637	6,07	0,24	32,77	0,41	8,07
N638	6,00	0,24	32,76	0,41	7,89
N639	6,00	0,24	32,76	0,41	7,88
N640	6,00	0,24	32,77	0,41	7,93
N641	6,47	0,27	32,26	0,46	7,33
N642	6,60	0,27	32,06	0,46	6,97
N643	6,72	0,18	31,93	0,31	6,84
N644	6,67	0,18	31,95	0,31	6,78
N645	6,62	0,16	31,96	0,27	6,72
N646	6,14	0,11	32,44	0,19	7,18
N675	4,11	0,07	38,98	0,12	23,31
N676	4,19	0,07	39,03	0,12	23,65
N677	4,19	0,07	39,04	0,12	23,69
N678	4,47	0,08	38,67	0,14	23,15
N679	4,07	0,09	39,13	0,16	23,71
N680	4,12	0,11	38,99	0,19	23,39
N681	3,73	0,15	39,12	0,26	22,99
N682	3,73	0,15	38,99	0,26	22,58
N683	3,67	0,13	37,53	0,22	18,00
N684	4,49	0,07	35,57	0,12	13,65
N685	4,43	0,08	34,47	0,14	10,08
N686	4,13	0,16	34,42	0,28	9,31
N687	4,38	0,21	33,93	0,36	8,31
N688	4,02	0,25	34,23	0,43	8,48
N689	3,90	0,19	34,71	0,32	9,69
N690	3,63	0,21	34,90	0,36	9,73
N691	3,63	0,18	34,89	0,31	9,69
N692	3,55	0,09	40,26	0,16	26,02
N693	3,55	0,07	40,24	0,12	25,95

N694	3,40	0,05	40,24	0,09	25,62
N695	3,32	0,07	40,25	0,12	25,49
N696	3,37	0,02	40,20	0,04	25,42
N697	5,40	0,24	35,89	0,41	16,23
N698	5,20	0,16	36,00	0,28	16,15
N699	4,94	0,16	36,05	0,27	15,76
N700	5,20	0,20	36,26	0,35	16,94
N701	5,51	0,11	36,97	0,19	19,82
N702	5,51	0,11	37,06	0,19	20,13
N703	5,51	0,11	37,18	0,19	20,50
N704	5,56	0,15	39,85	0,26	28,91
N705	5,56	0,15	39,98	0,26	29,30
N706	5,56	0,09	39,85	0,16	28,90
N707	5,75	0,16	38,26	0,28	24,33
N708	6,17	0,19	36,00	0,32	18,16
N709	6,17	0,19	35,85	0,32	17,70
N710	6,12	0,18	35,39	0,31	16,14
N711	5,85	0,21	35,53	0,36	16,00
N712	5,67	0,16	35,76	0,28	16,32
N713	5,55	0,16	36,54	0,28	18,54
N714	5,42	0,09	36,77	0,16	18,99
N715	5,07	0,19	38,89	0,32	24,95
N716	4,91	0,19	39,05	0,32	25,11
N717	4,95	0,23	39,78	0,39	27,45
N718	5,16	0,16	39,22	0,28	26,17
N719	4,49	0,07	39,71	0,12	26,28
N720	4,49	0,07	39,69	0,12	26,23
N721	4,21	0,13	39,89	0,22	26,25
N722	4,21	0,13	39,88	0,22	26,22
N723	4,41	0,16	39,67	0,28	26,00
N724	3,80	0,13	40,31	0,22	26,72
N725	3,80	0,13	40,22	0,22	26,43
N726	3,55	0,07	40,29	0,12	26,10
N727	5,47	0,16	34,12	0,27	10,98
N728	5,22	0,18	34,03	0,31	10,18
N729	5,22	0,18	34,00	0,31	10,09
N730	5,22	0,18	33,98	0,31	10,03
N731	5,73	0,23	33,27	0,39	8,92
N732	6,02	0,26	32,83	0,45	8,16
N733	5,30	0,23	35,23	0,39	14,10
N734	5,16	0,34	35,41	0,58	14,36
N735	5,16	0,35	35,42	0,59	14,38
N736	5,16	0,32	35,42	0,54	14,38
N741	5,22	0,24	34,86	0,41	12,78
N742	5,13	0,37	35,00	0,63	13,00
N743	5,13	0,37	35,01	0,63	13,03
N744	5,13	0,35	35,00	0,59	13,02
N748	5,70	0,32	37,14	0,54	20,85
N749	5,68	0,29	37,14	0,50	20,80
N750	5,87	0,35	37,64	0,59	22,73
N751	5,59	0,26	40,09	0,45	29,74
N752	5,30	0,26	37,68	0,45	21,65
N753	5,30	0,27	37,49	0,46	21,04
N754	5,22	0,26	35,95	0,45	16,10
N755	5,30	0,23	34,63	0,39	12,22
N756	5,11	0,27	34,21	0,46	10,51
N757	5,11	0,26	34,20	0,45	10,47
N758	5,11	0,29	34,20	0,50	10,48
N759	5,52	0,32	34,05	0,54	10,90
N760	5,52	0,27	34,08	0,46	10,97
N761	5,83	0,29	33,61	0,50	10,17
N762	5,83	0,32	33,60	0,54	10,16
N763	5,75	0,26	33,84	0,45	10,71
N764	5,86	0,27	34,44	0,46	12,80
N765	5,86	0,27	34,43	0,46	12,79
N776	4,94	0,29	34,93	0,50	12,41

N777	4,94	0,29	34,94	0,50	12,42
N778	4,94	0,32	34,94	0,54	12,42
N779	5,78	0,20	33,98	0,35	11,21
N780	5,79	0,24	39,65	0,41	28,77
N781	5,79	0,26	39,66	0,45	28,81
N782	5,59	0,26	37,77	0,45	22,57
N783	5,59	0,26	37,73	0,45	22,42
N784	5,25	0,24	36,00	0,41	16,35
N785	5,25	0,29	35,96	0,50	16,22
N786	5,25	0,27	35,96	0,46	16,22
N835	5,56	0,18	37,07	0,31	20,30
N836	5,56	0,18	37,07	0,31	20,31
N837	5,79	0,24	37,26	0,41	21,41
N838	5,96	0,24	37,86	0,41	23,60
N839	6,03	0,26	36,05	0,45	18,11
N840	6,03	0,26	35,87	0,45	17,57
N841	6,03	0,24	35,79	0,41	17,31
N842	5,47	0,24	35,30	0,41	14,63
N843	5,37	0,20	34,31	0,35	11,35
N844	5,53	0,23	33,92	0,39	10,48
N845	5,47	0,16	34,10	0,27	10,92
N846	5,47	0,16	34,07	0,27	10,83
N847	5,95	0,23	32,89	0,39	8,20
N848	5,82	0,23	32,86	0,39	7,83
N849	5,82	0,23	32,86	0,39	7,82
N850	5,82	0,23	32,85	0,39	7,79
N851	6,17	0,27	32,42	0,46	7,20
N852	6,39	0,27	32,20	0,46	6,97
N853	6,39	0,27	32,20	0,46	6,98
N854	6,62	0,23	31,97	0,39	6,74
N855	6,47	0,20	32,11	0,35	6,87
N856	7,30	0,11	31,32	0,19	6,15
N857	7,30	0,11	31,31	0,19	6,13
N858	5,69	0,20	32,88	0,35	7,61
N859	4,86	0,23	35,40	0,39	13,56
N860	4,83	0,23	35,31	0,39	13,22
N861	4,78	0,16	35,33	0,27	13,18
N862	4,84	0,08	35,25	0,14	13,06
N863	4,81	0,08	35,28	0,14	13,09
N864	4,73	0,13	35,36	0,23	13,17
N865	4,73	0,13	35,37	0,23	13,19
N866	4,73	0,09	35,39	0,16	13,26
N867	5,89	0,13	34,58	0,22	13,20
N868	5,50	0,19	35,28	0,32	14,54
N869	5,75	0,15	34,96	0,26	14,06
N870	5,30	0,24	35,36	0,41	14,38
N871	4,47	0,19	39,92	0,32	26,90
N872	4,47	0,16	39,91	0,28	26,87
N873	4,76	0,15	39,45	0,26	26,01
N874	4,96	0,21	38,65	0,36	23,93
N875	5,04	0,21	38,17	0,36	22,59
N876	5,14	0,08	37,00	0,14	19,07
N877	5,12	0,16	36,59	0,28	17,73
N878	5,22	0,16	36,37	0,28	17,27
N879	5,20	0,16	36,40	0,28	17,31
N880	5,22	0,09	36,23	0,16	16,82
N881	5,22	0,09	36,23	0,16	16,82
N882	5,22	0,09	36,23	0,16	16,82
N883	5,22	0,09	36,22	0,16	16,80
N884	5,30	0,16	36,07	0,28	16,49
N885	4,71	0,15	39,63	0,26	26,51
N886	4,91	0,21	39,03	0,36	25,03
N887	4,44	0,09	39,85	0,16	26,61
N888	4,41	0,18	39,68	0,31	26,03
N889	4,41	0,16	39,67	0,28	26,01
N890	4,29	0,18	39,72	0,31	25,90

N891	4,16	0,19	39,77	0,32	25,77
N892	3,93	0,18	39,99	0,31	25,96
N893	5,57	0,16	37,06	0,28	20,36
N894	4,29	0,19	38,37	0,32	21,73
N895	4,17	0,32	38,61	0,54	22,24
N896	3,38	0,15	39,88	0,26	24,51
N897	3,67	0,11	39,73	0,19	24,64
N898	3,67	0,08	39,74	0,14	24,68
N899	4,16	0,21	38,84	0,36	22,93
N900	4,08	0,34	38,84	0,58	22,78
N901	3,88	0,38	39,04	0,65	22,98
N902	4,92	0,49	38,24	0,84	22,67
N903	5,38	0,32	38,01	0,54	22,92
N904	5,30	0,07	38,56	0,12	24,45
N905	5,30	0,07	38,58	0,12	24,52
N906	3,67	0,15	32,49	0,26	2,34
N907	3,63	0,18	32,55	0,31	2,44
N908	4,02	0,25	32,71	0,43	3,77
N909	4,38	0,21	32,89	0,36	5,09
N910	4,13	0,16	33,81	0,28	7,43
N911	4,43	0,08	34,03	0,14	8,70
N912	4,49	0,04	34,54	0,07	10,41
N913	3,67	0,13	37,11	0,22	16,65
N914	3,73	0,15	39,00	0,26	22,61
N915	3,73	0,11	39,00	0,19	22,61
N916	3,38	0,02	39,34	0,04	22,93
N917	5,33	0,15	36,45	0,26	19,57
N918	5,33	0,15	36,45	0,26	19,57
N919	2,52	0,04	39,26	0,07	22,37
N920	4,47	0,18	37,99	0,31	20,96
N921	4,01	0,05	38,63	0,09	22,01
N922	6,47	0,20	33,72	0,35	11,87
N923	6,47	0,20	33,89	0,35	12,39
N924	6,56	0,35	37,89	0,59	25,01
N925	6,48	0,23	35,28	0,39	16,74
N926	6,48	0,23	35,28	0,39	16,74
N931	6,10	0,24	32,96	0,41	8,72
N932	6,62	0,23	32,46	0,39	8,26
N933	6,47	0,13	32,62	0,23	8,45
N934	5,49	0,18	33,55	0,31	9,26
N935	5,49	0,18	33,54	0,31	9,24
N936	6,19	0,08	34,00	0,14	12,14
N937	5,40	0,11	37,49	0,18	21,27
N938	5,20	0,24	35,58	0,41	14,98
N939	5,86	0,32	35,64	0,54	16,55
N940	6,56	0,37	37,86	0,63	24,93
N941	5,22	0,26	35,45	0,45	14,60
N942	5,22	0,26	35,14	0,45	13,62
N943	5,11	0,23	34,23	0,39	10,58
N944	5,11	0,26	34,20	0,45	10,47
N945	5,11	0,24	34,19	0,41	10,44
N946	5,42	0,13	33,75	0,23	9,73
N947	5,42	0,16	33,74	0,27	9,72
N948	5,42	0,16	33,74	0,27	9,72
N949	5,22	0,11	33,96	0,19	9,97
N950	5,22	0,16	33,97	0,27	10,01
N951	5,22	0,18	34,01	0,31	10,11
N952	5,75	0,26	33,96	0,45	11,07
N953	5,53	0,26	34,72	0,45	12,96
N954	5,70	0,29	35,31	0,50	15,13
N955	6,03	0,23	35,94	0,39	17,77
N963	6,69	0,16	35,14	0,28	16,64
N964	6,69	0,16	35,14	0,28	16,62
N965	6,69	0,16	35,13	0,28	16,62
N966	5,27	0,11	36,54	0,18	17,99
N967	5,27	0,68	36,54	1,17	17,99



N968	6,04	0,81	36,26	1,39	18,80
N969	6,04	0,16	36,57	0,27	19,77
N970	6,04	0,16	36,65	0,27	20,00
N971	5,23	0,15	35,88	0,26	15,77
N972	5,35	0,15	35,76	0,26	15,64
N973	4,89	0,08	36,33	0,14	16,46
N974	5,19	0,15	35,90	0,26	15,73
N975	4,49	0,01	39,92	0,01	26,96
N976	4,23	0,05	40,18	0,09	27,22
N977	5,05	0,11	38,65	0,19	24,21
N978	5,05	0,11	38,65	0,19	24,22
N979	4,51	0,25	39,24	0,43	24,92
N980	3,39	0,16	39,72	0,28	24,13
N981	4,29	0,16	39,16	0,28	24,27
N982	4,29	0,16	39,25	0,28	24,55
N983	5,42	0,09	37,52	0,16	21,56
N984	5,78	0,16	36,78	0,28	20,04
N985	5,83	0,13	36,39	0,22	18,93
N986	5,40	0,27	36,60	0,46	18,73
N987	4,96	0,29	36,62	0,50	17,90
N988	3,94	0,32	37,33	0,54	17,93
N989	3,62	0,29	37,45	0,50	17,63
N990	2,11	0,05	39,40	0,09	21,30
N991	2,11	0,07	39,40	0,12	21,29
N992	5,01	0,13	36,07	0,22	15,86
N993	4,90	0,16	36,15	0,28	15,88
N994	4,35	0,08	36,68	0,14	16,37
N995	4,35	0,11	36,68	0,19	16,36
N996	4,98	0,16	36,11	0,28	15,95
N997	4,48	0,16	36,59	0,28	16,36
N1047	5,30	0,13	35,74	0,22	15,63
N1048	4,74	0,08	36,30	0,14	16,17
N1049	4,74	0,03	37,90	0,05	21,28
N1050	3,88	0,08	39,26	0,14	23,72
N1051	3,88	0,05	39,26	0,09	23,72
N1052	2,36	0,24	39,84	0,41	22,36
N1053	2,87	0,24	39,29	0,41	21,74
N1054	3,93	0,13	37,65	0,23	18,74
N1055	4,38	0,05	37,20	0,09	18,28
N1056	3,40	0,11	37,58	0,18	17,42
N1057	4,10	0,18	36,93	0,31	16,86
N1058	4,92	0,13	36,40	0,23	16,93
N1059	4,12	0,13	37,85	0,23	19,78
N1060	4,19	0,07	38,61	0,12	22,34
N1061	3,50	0,19	38,22	0,32	19,81
N1062	5,41	0,09	35,89	0,16	16,74
N1063	5,33	0,15	35,92	0,26	16,69
N1064	4,23	0,24	36,87	0,41	17,18
N1065	5,37	0,11	35,73	0,19	16,02
N1066	3,04	0,11	40,34	0,19	25,32
N1067	4,70	0,01	38,68	0,01	23,66
N1068	3,05	0,23	38,23	0,39	18,86
N1069	2,03	0,05	40,21	0,09	22,93
N1070	2,42	0,16	39,78	0,27	22,30
N1071	2,42	0,16	39,79	0,27	22,33
N1072	2,63	0,18	38,37	0,31	18,41
N1073	2,58	0,18	38,43	0,31	18,50
N1074	2,29	0,18	41,17	0,31	26,30
N1075	3,84	0,24	38,30	0,41	20,74
N1076	3,47	0,24	38,99	0,41	22,08
N1077	3,99	0,19	38,88	0,32	22,80
N1078	5,24	0,25	36,30	0,43	17,58
N1079	4,00	0,23	36,51	0,39	15,62
N1080	4,68	0,27	34,71	0,46	11,44
N1081	4,79	0,32	33,86	0,54	9,05
N1082	5,16	0,27	37,84	0,46	22,02

N1083	5,13	0,24	36,18	0,41	16,96
N1084	5,06	0,23	36,10	0,39	16,64
N1085	5,14	0,15	35,95	0,26	16,38
N1086	4,96	0,16	36,12	0,28	16,55
N1087	5,37	0,16	35,82	0,28	16,43
N1088	4,72	0,24	36,83	0,41	18,11
N1089	5,23	0,24	36,33	0,41	17,63
N1090	5,05	0,09	37,86	0,16	21,86
N1091	4,70	0,07	38,23	0,12	22,27
N1092	5,41	0,13	36,09	0,22	17,29
N1093	5,16	0,21	36,36	0,36	17,58
N1094	4,72	0,16	36,78	0,28	17,98
N1095	5,74	0,16	35,76	0,28	16,95
N1096	5,31	0,13	35,80	0,22	16,35
N1097	5,33	0,13	36,18	0,22	18,22
N1098	4,75	0,05	36,75	0,09	18,77
N1099	4,75	0,05	36,75	0,09	18,77
N1100	4,98	0,13	36,12	0,22	16,74
N1101	5,69	0,16	36,32	0,28	18,82
N1102	5,71	0,16	35,85	0,28	17,84
N1103	5,69	0,16	35,86	0,28	17,86
N1104	5,90	0,16	35,65	0,28	17,69
N1105	5,16	0,29	36,41	0,49	18,11
N1106	5,45	0,25	36,49	0,43	18,82
N1107	5,35	0,16	38,23	0,28	23,65
N1108	5,39	0,24	36,21	0,41	17,54
N1109	4,03	0,15	37,89	0,26	20,18
N1110	5,75	0,16	35,46	0,28	15,63
N1111	5,35	0,21	35,87	0,36	16,06
N1112	4,71	0,34	32,98	0,58	6,09
N1113	4,50	0,32	32,88	0,55	5,34
N1114	5,16	0,25	32,18	0,43	4,53
N1115	4,34	0,29	33,89	0,49	8,15
N1116	5,06	0,23	33,55	0,39	8,63
N1117	4,34	0,27	33,76	0,46	7,74
N1118	4,34	0,29	33,88	0,49	8,11
N1119	3,26	0,16	35,45	0,28	10,67
N1120	4,21	0,23	34,39	0,39	9,39
N1121	4,43	0,32	33,75	0,54	7,91
N1122	4,54	0,29	32,80	0,49	5,17
N1123	4,67	0,19	32,56	0,32	4,70
N1124	3,78	0,15	34,15	0,26	7,74
N1125	3,67	0,05	39,82	0,09	24,93
N1126	4,08	0,32	35,63	0,55	12,90
N1127	4,18	0,49	38,74	0,84	22,68
N1128	4,29	0,47	38,62	0,80	22,53
N1129	4,36	0,45	38,57	0,77	22,52
N1130	4,69	0,34	38,79	0,58	23,89
N1131	4,79	0,19	39,25	0,32	25,50
N1132	5,48	0,15	37,08	0,26	20,23
N1133	5,38	0,04	37,32	0,07	20,75
N1134	4,97	0,29	38,81	0,49	24,53
N1135	4,97	0,29	38,88	0,49	24,77
N1136	4,99	0,07	35,98	0,12	15,72
N1137	5,21	0,07	35,77	0,12	15,51
N1138	4,94	0,18	36,05	0,31	15,81
N1139	5,20	0,18	35,81	0,31	15,64
N1140	5,20	0,11	35,84	0,19	15,73
N1141	5,30	0,09	35,78	0,16	15,75
N1142	4,94	0,08	36,04	0,14	15,80
N1143	5,12	0,11	37,59	0,19	20,95
N1144	5,14	0,04	37,57	0,07	20,94
N1145	4,89	0,08	37,82	0,14	21,20
N1146	4,89	0,09	37,83	0,16	21,22
N1147	4,99	0,16	37,76	0,28	21,21
N1148	5,02	0,16	37,70	0,28	21,09

N1149	4,73	0,11	37,97	0,19	21,32
N1150	5,14	0,19	36,16	0,32	16,42
N1151	4,89	0,21	36,40	0,36	16,66
N1152	5,14	0,24	36,15	0,41	16,42
N1153	4,96	0,13	37,36	0,22	19,89
N1154	4,96	0,13	37,32	0,22	19,77
N1155	4,94	0,08	37,02	0,14	18,76
N1156	4,91	0,11	36,92	0,19	18,38
N1157	4,92	0,11	36,83	0,19	18,12
N1158	4,65	0,08	36,90	0,14	17,71
N1159	4,65	0,05	36,81	0,09	17,41
N1160	5,17	0,05	36,28	0,09	16,86
N1161	5,17	0,05	36,25	0,09	16,78
N1162	5,17	0,04	36,21	0,07	16,64
N1163	3,85	0,09	37,46	0,16	17,74
N1164	4,89	0,13	36,38	0,22	16,59
N1165	4,81	0,13	36,42	0,22	16,55
N1166	5,10	0,16	36,09	0,28	16,13
N1167	4,94	0,15	36,34	0,26	16,56
N1168	4,94	0,16	36,34	0,28	16,56
N1169	4,82	0,18	36,46	0,31	16,70
N1170	5,09	0,18	36,19	0,31	16,41
N1171	5,18	0,16	36,10	0,28	16,32
N1172	5,14	0,15	36,24	0,26	16,68
N1173	5,14	0,15	38,84	0,26	24,93
N1174	4,94	0,16	38,74	0,28	24,17
N1175	5,09	0,29	38,33	0,49	23,24
N1176	4,49	0,19	39,91	0,32	26,90
N1177	4,49	0,15	39,90	0,26	26,89
N1178	5,67	0,16	38,70	0,28	25,61
N1179	5,58	0,25	38,89	0,43	26,03
N1180	5,29	0,24	38,67	0,41	24,73
N1181	5,65	0,16	37,31	0,28	21,21
N1182	6,71	0,16	35,56	0,28	17,97
N1183	4,44	0,16	39,73	0,28	26,23
N1184	4,75	0,11	39,45	0,19	25,99
N1185	4,92	0,07	39,34	0,12	26,02
N1186	6,04	0,16	36,75	0,27	20,32
N1187	6,49	0,13	35,37	0,23	16,91
N1188	6,49	0,13	35,36	0,23	16,89
N1189	6,12	0,47	35,62	0,81	16,92
N1190	5,70	0,50	36,70	0,86	19,42
N1191	5,56	0,13	36,84	0,23	19,56
N1192	5,64	0,13	36,81	0,23	19,62
N1193	6,35	0,56	35,07	0,96	15,66
N1194	6,27	0,20	35,13	0,35	15,68
N1195	6,01	0,20	35,39	0,35	15,94
N1196	5,96	0,16	35,46	0,27	16,05
N1197	5,27	0,18	36,30	0,31	17,21
N1198	6,00	0,11	35,41	0,19	15,96
N1199	5,95	0,11	35,46	0,19	16,03
N1200	6,03	0,11	35,37	0,19	15,92
N1201	5,53	0,05	35,84	0,09	16,32
N1202	5,53	0,05	35,84	0,09	16,32
N1203	5,70	0,05	35,67	0,09	16,15
N1204	5,70	0,05	35,67	0,09	16,15
N1205	5,70	0,05	35,67	0,09	16,15
N1206	5,70	0,05	35,67	0,09	16,15
N1207	5,72	0,13	35,65	0,23	16,14
N1208	6,47	0,13	39,59	0,23	30,15
N1209	5,46	0,26	40,39	0,45	30,53
N1210	5,55	0,27	40,26	0,46	30,31
N1212	5,68	0,29	40,15	0,50	30,24
N1213	5,68	0,27	40,24	0,46	30,52
N1214	6,08	0,23	39,76	0,39	29,86
N1215	5,85	0,11	39,96	0,18	30,00

N1216	5,59	0,11	40,20	0,18	30,21
N1217	6,12	1,00	39,61	1,71	29,50
N1218	6,47	0,27	38,90	0,46	28,00
N1219	7,48	0,35	37,27	0,59	25,05
N1220	7,48	0,35	37,24	0,59	24,93
N1221	7,43	0,29	37,21	0,50	24,72
N1222	7,28	0,29	37,35	0,50	24,86
N1223	7,30	0,13	37,64	0,23	25,79
N1224	7,21	0,13	37,73	0,23	25,87
N1225	6,31	0,11	39,23	0,19	28,63
N1226	5,67	0,05	40,33	0,09	30,69
N1227	5,71	0,26	40,47	0,45	31,30
N1228	5,64	0,26	40,32	0,45	30,66
N1229	5,40	0,23	40,55	0,39	30,85
N1230	5,34	0,23	40,57	0,39	30,81
N1231	5,26	0,16	41,01	0,27	32,01
N1232	5,88	0,20	40,13	0,35	30,54
N1233	6,79	0,23	34,78	0,39	15,69
N1234	6,68	0,13	35,47	0,23	17,59
N1235	6,68	0,13	35,48	0,23	17,63
N1236	5,67	0,20	37,18	0,35	20,79
N1237	5,39	0,18	38,11	0,31	23,14
N1238	7,34	0,11	38,96	0,19	29,86
N1239	5,74	0,20	40,27	0,35	30,68
N1240	5,39	0,24	40,66	0,41	31,18
N1241	5,39	0,26	40,71	0,45	31,34
N1242	5,39	0,26	40,86	0,45	31,84
N1243	6,30	0,18	32,29	0,31	7,08
N1244	7,34	0,13	31,29	0,23	6,16
N1245	6,79	0,23	34,77	0,39	15,66
N1246	6,62	0,20	34,97	0,35	15,92
N1247	6,62	0,24	35,05	0,41	16,19
N1248	5,22	0,16	33,95	0,27	9,93
N1249	5,83	0,32	33,60	0,54	10,15
N1277	6,08	0,37	35,39	0,63	16,24
N1278	6,32	0,18	35,19	0,31	16,12
N1279	5,86	0,27	34,53	0,46	13,08
N1280	5,73	0,24	33,66	0,41	10,10
N1283	6,32	0,20	35,19	0,35	16,12
N1284	6,16	0,11	34,20	0,18	12,72
N1285	6,16	0,11	34,14	0,18	12,53
N1286	6,35	0,20	33,47	0,35	10,83
N1287	5,75	0,24	34,57	0,41	12,99
N1288	5,75	0,24	34,58	0,41	13,03
N1289	6,08	0,34	34,59	0,58	13,76
N1330	5,39	0,20	35,75	0,35	15,85
N1331	5,61	0,26	37,34	0,45	21,22
N1332	5,37	0,20	36,57	0,35	18,37
N1333	5,37	0,35	36,59	0,59	18,44
N1334	5,82	0,20	33,56	0,35	10,01
N1335	6,62	0,23	32,38	0,39	8,03
N1336	5,73	0,23	33,65	0,39	10,10
N1337	5,42	0,18	33,74	0,31	9,70
N1338	5,42	0,13	33,74	0,23	9,72
N1339	5,22	0,16	33,90	0,27	9,78
N1340	5,22	0,16	33,82	0,27	9,55
N1341	5,73	0,16	33,29	0,27	8,96
N1342	5,73	0,16	33,27	0,27	8,92
N1343	6,79	0,18	32,06	0,31	7,38
N1344	5,75	0,26	33,96	0,45	11,07
N1345	5,39	0,24	34,61	0,41	12,33
N1346	5,53	0,29	34,66	0,50	12,78
N1347	7,40	0,16	31,42	0,27	6,68
N1348	5,78	0,16	32,90	0,27	7,86
N1349	6,37	0,16	32,20	0,27	6,93
N1350	3,83	0,18	40,86	0,31	28,50

N1351	4,36	0,13	40,26	0,23	27,74
N1352	3,99	0,16	40,21	0,27	26,79
N1353	3,99	0,16	40,20	0,27	26,76
N1354	3,99	0,16	40,17	0,27	26,69
N1355	4,21	0,08	39,92	0,14	26,36
N1356	4,21	0,08	39,92	0,14	26,35
N1357	6,93	0,20	37,18	0,35	23,57
N1358	7,43	0,20	38,13	0,35	27,58
N1359	5,55	0,29	40,07	0,50	29,66
N1360	5,55	0,29	40,09	0,50	29,72
N1361	5,55	0,23	40,26	0,39	30,28
N1362	5,36	0,29	40,87	0,50	31,79
N1363	5,78	0,23	40,34	0,39	31,02
N1364	5,78	0,18	40,33	0,31	31,01
N1365	5,54	0,23	40,39	0,39	30,67
N1366	5,81	0,01	35,56	0,01	16,05
N1367	5,81	0,01	35,56	0,01	16,05
N1368	6,00	0,01	35,37	0,01	15,86
N1369	5,72	0,13	35,66	0,23	16,17
N1370	4,82	0,18	36,62	0,31	17,23
N1371	4,82	0,08	36,59	0,14	17,15
N1372	4,67	0,08	36,72	0,14	17,25
N1373	4,67	0,08	36,72	0,14	17,24
N1374	4,67	0,11	36,72	0,19	17,24
N1375	4,72	0,08	36,67	0,14	17,18
N1376	4,75	0,11	37,64	0,18	20,33
N1377	5,06	0,11	37,37	0,18	20,16
N1378	5,02	0,19	35,20	0,32	13,30
N1379	4,86	0,23	35,39	0,39	13,55
N1380	5,14	0,29	36,11	0,49	16,35
N1381	5,28	0,21	36,03	0,36	16,34
N1382	5,23	0,24	36,07	0,41	16,37
N1383	5,04	0,19	36,24	0,32	16,49
N1384	4,88	0,19	35,55	0,32	14,09
N1385	4,88	0,19	35,17	0,32	12,88
N1386	4,83	0,23	35,31	0,39	13,21
N1388	4,83	0,08	35,28	0,14	13,12
N1389	4,76	0,09	37,16	0,16	18,75
N1390	4,62	0,09	37,30	0,16	18,89
N1391	5,18	0,16	36,76	0,28	18,42
N1392	5,30	0,24	36,62	0,41	18,23
N1393	4,80	0,15	36,31	0,26	16,18
N1394	5,22	0,15	36,13	0,26	16,52
N1395	5,22	0,13	36,50	0,22	17,69
N1396	5,65	0,16	38,03	0,28	23,47
N1397	5,65	0,16	38,09	0,28	23,68
N1398	5,14	0,11	36,20	0,19	16,56
N1399	5,14	0,11	36,22	0,19	16,62
N1400	5,14	0,15	36,25	0,26	16,72
N1401	5,14	0,09	36,30	0,16	16,87
N1402	5,02	0,25	38,68	0,43	24,17
N1403	4,91	0,16	38,77	0,28	24,21
N1404	4,91	0,15	38,76	0,26	24,18
N1405	4,71	0,16	39,65	0,28	26,58
N1406	4,76	0,15	39,58	0,26	26,46
N1407	4,86	0,13	39,47	0,22	26,33
N1408	5,04	0,11	37,75	0,19	21,31
N1409	4,83	0,11	37,89	0,19	21,27
N1410	4,76	0,21	37,13	0,36	18,73
N1411	5,09	0,36	37,62	0,62	20,98
N1412	4,69	0,16	37,98	0,28	21,28
N1413	5,04	0,24	38,92	0,41	24,98
N1414	5,02	0,19	38,90	0,32	24,86
N1415	4,86	0,16	35,53	0,28	14,38
N1416	4,73	0,15	35,63	0,26	14,41
N1417	4,52	0,19	36,24	0,32	15,95

N1418	4,52	0,08	36,25	0,14	15,87
N1419	5,28	0,08	35,36	0,14	14,72
N1420	5,28	0,08	35,28	0,14	14,47
N1421	4,94	0,11	35,48	0,19	14,37
N1422	4,82	0,09	35,54	0,16	14,32
N1423	4,73	0,16	35,63	0,28	14,41
N1424	4,86	0,16	35,51	0,28	14,32
N1425	4,42	0,19	36,03	0,32	15,03
N1426	4,91	0,23	35,64	0,39	14,87
N1427	4,74	0,11	36,40	0,19	16,95
N1428	4,87	0,07	36,67	0,12	18,09
N1429	4,96	0,13	36,89	0,22	18,97
N1430	4,03	0,16	39,88	0,28	25,85
N1431	4,44	0,07	40,04	0,12	27,19
N1432	4,41	0,08	40,06	0,14	27,21
N1433	4,39	0,18	39,64	0,31	25,86
N1434	4,46	0,16	39,68	0,28	26,13
N1435	4,46	0,16	39,71	0,28	26,23
N1436	4,36	0,05	40,15	0,09	27,37
N1437	4,51	0,04	39,96	0,07	27,12
N1438	4,49	0,04	39,98	0,07	27,14
N1439	4,69	0,04	39,78	0,07	26,94
N1440	4,69	0,04	39,79	0,07	26,94
N1441	4,45	0,07	40,03	0,12	27,21
N1442	4,46	0,16	39,68	0,28	26,13
N1443	4,74	0,09	36,33	0,16	16,28
N1444	4,83	0,11	36,22	0,19	16,11
N1445	4,94	0,08	36,11	0,14	16,01
N1446	4,41	0,04	36,69	0,07	16,68
N1447	4,41	0,05	36,71	0,09	16,73
N1448	5,43	0,16	35,98	0,28	16,68
N1449	4,92	0,13	38,06	0,22	22,09
N1450	4,92	0,09	38,05	0,16	22,08
N1451	5,00	0,27	38,82	0,46	24,65
N1452	5,38	0,15	38,44	0,26	24,24
N1453	4,67	0,16	39,03	0,28	24,59
N1454	3,88	0,19	39,23	0,32	23,55
N1455	3,32	0,07	40,25	0,12	25,49
N1456	3,32	0,07	40,25	0,12	25,48
N1457	3,32	0,07	40,25	0,12	25,48
N1458	3,93	0,15	40,17	0,26	26,56
N1459	3,93	0,08	40,11	0,14	26,35
N1460	3,93	0,08	40,01	0,14	26,07
N1461	4,33	0,27	38,89	0,46	23,46
N1462	5,38	0,32	37,71	0,54	22,01
N1463	3,37	0,07	40,20	0,12	25,42
N1464	3,37	0,02	40,20	0,04	25,42
N1465	5,51	0,16	37,71	0,28	22,32
N1466	4,99	0,16	38,23	0,28	22,85
N1467	4,99	0,13	38,23	0,22	22,84
N1468	4,04	0,32	32,06	0,54	1,80
N1469	2,78	0,15	33,39	0,26	3,25
N1470	5,57	0,16	36,95	0,28	20,21
N1471	5,75	0,01	36,77	0,01	20,03
N1472	4,90	0,19	32,36	0,32	4,59
N1473	3,78	0,11	32,95	0,19	3,98
N1474	4,50	0,32	34,89	0,54	11,62
N1475	4,43	0,21	33,85	0,36	8,15
N1476	4,68	0,13	36,40	0,22	16,80
N1477	4,68	0,16	34,69	0,28	11,40
N1478	4,13	0,02	34,89	0,04	10,75
N1479	4,13	0,04	34,89	0,07	10,75
N1480	3,84	0,04	35,18	0,07	11,04
N1481	4,00	0,23	34,65	0,39	9,76
N1482	3,38	0,05	39,34	0,09	22,93
N1483	3,38	0,05	39,34	0,09	22,93

N1484	2,17	0,07	39,37	0,12	21,41
N1485	5,47	0,13	35,87	0,22	16,78
N1486	5,40	0,15	36,59	0,26	18,75
N1487	3,84	0,15	39,27	0,26	23,66
N1488	4,72	0,21	38,11	0,36	21,95
N1489	5,78	0,11	35,77	0,19	17,75
N1490	2,11	0,05	39,42	0,09	21,36
N1491	1,98	0,04	39,53	0,07	21,42
N1492	1,98	0,04	39,53	0,07	21,41
N1493	5,67	0,16	36,52	0,28	19,01
N1494	1,52	0,08	40,08	0,14	21,40
N1495	2,29	0,18	39,91	0,31	22,43
N1496	2,80	0,16	40,58	0,27	25,54
N1497	3,62	0,27	37,43	0,46	17,58
N1498	2,58	0,18	39,22	0,31	20,89
N1499	5,75	0,24	34,56	0,41	12,97
N1523	5,48	0,01	37,23	0,01	20,64
N1524	5,48	0,01	37,22	0,01	20,62
N1525	3,79	0,20	38,71	0,35	21,69
N1526	5,56	0,26	36,88	0,45	19,74
N1527	5,56	0,26	36,88	0,45	19,72
N1528	5,56	0,26	36,88	0,45	19,72
N1530	5,52	0,26	34,08	0,45	10,97
N1546	5,35	0,16	38,70	0,28	25,05
N1547	5,36	0,21	38,74	0,36	25,21
N1548	4,99	0,16	39,15	0,28	25,70
N1549	4,86	0,15	39,46	0,26	26,29
N1550	4,55	0,16	39,75	0,28	26,55
N1551	4,71	0,07	39,57	0,12	26,30
N1552	4,83	0,08	39,43	0,14	26,12
N1553	4,89	0,09	39,35	0,16	26,00
N1554	4,89	0,08	39,33	0,14	25,94
N1555	5,14	0,04	39,06	0,07	25,63
N1556	5,07	0,04	39,11	0,07	25,63
N1557	2,42	0,11	41,02	0,19	26,12
N1558	5,74	0,24	36,89	0,41	20,38
N1585	5,40	0,16	38,56	0,28	24,62
N1586	5,29	0,24	38,67	0,41	24,73
N1587	5,14	0,08	38,83	0,14	24,90
N1588	5,04	0,08	38,93	0,14	25,00
N1589	5,14	0,25	38,85	0,43	24,97
N1590	5,04	0,24	38,92	0,41	24,98
N1591	5,04	0,21	38,92	0,36	24,98
N1592	4,87	0,29	40,53	0,50	29,56
N1593	4,94	0,16	40,51	0,27	29,65
N1594	5,08	0,16	40,39	0,27	29,55
N1595	5,08	0,13	40,41	0,22	29,61
N1596	5,09	0,13	40,41	0,22	29,66
N1597	5,09	0,18	40,43	0,31	29,70
N1598	5,56	0,15	39,96	0,26	29,25
N1599	6,69	0,16	38,91	0,28	28,37
N1600	6,69	0,16	38,91	0,28	28,37
N1601	6,71	0,16	36,88	0,28	22,14
N1602	6,71	0,16	36,96	0,28	22,39
N1603	5,92	0,21	39,39	0,36	28,24
N1604	6,21	0,02	38,13	0,04	25,11
N1605	6,21	0,02	38,13	0,04	25,10
N1606	4,18	0,11	39,95	0,19	26,38
N1607	4,18	0,11	39,95	0,19	26,39
N1608	4,23	0,09	39,91	0,16	26,37
N1609	4,33	0,05	39,88	0,09	26,49
N1610	4,75	0,07	39,69	0,12	26,77
N1611	4,92	0,07	39,67	0,12	27,09
N1612	4,49	0,07	40,16	0,12	27,68
N1613	4,55	0,08	39,99	0,14	27,29
N1614	4,55	0,08	40,00	0,14	27,31

N1615	3,94	0,00	42,00	0,00	33,00
N1616	3,94	0,00	41,85	0,00	32,50
N1617	3,94	0,01	41,49	0,01	31,26
N1618	3,94	0,01	41,27	0,01	30,52
N1619	5,27	0,09	38,45	0,16	24,09
N1620	5,19	0,07	38,53	0,12	24,16
N1621	5,19	0,07	38,53	0,12	24,15
N1622	5,16	0,19	38,55	0,32	24,17
N1623	4,93	0,15	38,78	0,26	24,38
N1624	4,88	0,16	38,82	0,28	24,42
N1625	5,27	0,11	38,43	0,19	24,03
N1626	4,52	0,04	39,18	0,07	24,78
N1627	4,86	0,07	38,84	0,12	24,43
N1637	5,47	0,16	35,73	0,28	16,13
N1638	2,78	0,08	38,26	0,14	18,40
N1639	4,70	0,19	38,95	0,32	24,48
N1640	4,72	0,21	38,96	0,36	24,56
N1641	5,24	0,25	38,51	0,43	24,26
N1642	5,25	0,16	38,54	0,28	24,35
N1643	5,27	0,08	38,45	0,14	24,08
N1644	5,19	0,09	38,52	0,16	24,13
N1645	5,38	0,07	38,32	0,12	23,92
N1646	5,16	0,21	38,53	0,36	24,10
N1647	5,94	0,16	38,10	0,28	24,42
N1648	5,09	0,07	38,62	0,12	24,23
N1649	4,51	0,04	39,70	0,07	26,31
N1650	4,49	0,04	39,75	0,07	26,43
N1651	4,49	0,08	39,78	0,14	26,52
N1652	4,49	0,01	39,80	0,01	26,59
N1653	4,65	0,07	39,69	0,12	26,55
N1654	4,23	0,05	40,18	0,09	27,20
N1655	4,51	0,04	39,70	0,07	26,30
N1656	4,29	0,24	39,81	0,41	26,18
N1657	4,16	0,15	39,97	0,26	26,41
N1658	4,23	0,16	39,93	0,28	26,43
N1659	4,23	0,07	39,94	0,12	26,48
N1660	4,18	0,18	39,90	0,31	26,23
N1661	4,06	0,09	40,04	0,16	26,42
N1662	3,83	0,15	40,28	0,26	26,67
N1663	4,99	0,07	38,67	0,12	24,17
N1664	4,83	0,15	38,80	0,26	24,23
N1665	4,83	0,11	38,79	0,19	24,21
N1666	4,94	0,13	38,67	0,22	24,07
N1667	4,74	0,05	38,86	0,09	24,24
N1668	4,74	0,07	38,86	0,12	24,22
N1669	5,30	0,09	38,29	0,16	23,64
N1670	5,30	0,13	38,29	0,22	23,63
N1672	4,68	0,15	36,38	0,26	16,14
N1673	4,68	0,15	36,38	0,26	16,14
N1674	4,76	0,09	36,53	0,16	16,77
N1675	4,76	0,13	36,53	0,22	16,77
N1676	4,78	0,13	37,96	0,22	21,38
N1677	4,89	0,04	38,25	0,07	22,54
N1678	3,70	0,18	39,96	0,31	25,37
N1679	4,73	0,11	38,42	0,19	22,73
N1680	4,80	0,11	38,19	0,19	22,18
N1681	4,52	0,21	38,01	0,36	21,00
N1682	4,74	0,24	37,67	0,41	20,42
N1683	4,74	0,24	37,61	0,41	20,23
N1684	4,69	0,29	37,54	0,49	19,90
N1685	4,69	0,27	37,48	0,46	19,70
N1686	4,74	0,25	37,37	0,43	19,47
N1687	4,65	0,21	37,44	0,36	19,48
N1688	4,73	0,11	38,46	0,19	22,86
N1689	5,07	0,02	39,00	0,04	25,28
N1690	4,82	0,04	38,99	0,07	24,72



N1691	5,07	0,11	38,27	0,19	23,01
N1692	4,68	0,15	36,43	0,26	16,30
N1693	4,80	0,15	36,31	0,26	16,19
N1694	4,80	0,15	36,34	0,26	16,27
N1695	4,89	0,08	36,30	0,14	16,36
N1696	5,16	0,08	36,11	0,14	16,35
N1697	4,67	0,04	36,69	0,07	17,10
N1698	4,51	0,07	36,96	0,12	17,62
N1699	4,54	0,09	37,06	0,16	18,01
N1700	4,65	0,25	37,38	0,43	19,30
N1701	4,65	0,21	37,40	0,36	19,36
N1702	4,65	0,21	37,42	0,36	19,41
N1703	4,78	0,13	37,95	0,22	21,38
N1704	5,02	0,09	37,87	0,16	21,62
N1705	5,12	0,19	37,95	0,32	22,10
N1706	4,49	0,07	40,15	0,12	27,66
N1707	5,12	0,19	39,17	0,32	25,93
N1708	5,65	0,05	38,88	0,09	26,16
N1709	5,67	0,16	38,74	0,28	25,74
N1710	6,02	0,21	38,27	0,36	25,02
N1711	5,77	0,25	38,45	0,43	25,08
N1712	5,81	0,16	38,34	0,28	24,79
N1713	6,55	0,05	37,16	0,09	22,67
N1714	6,55	0,07	37,11	0,12	22,53
N1715	6,94	0,09	36,40	0,16	21,14
N1716	6,50	0,07	36,71	0,12	21,18
N1717	6,48	0,11	36,69	0,18	21,07
N1718	6,04	0,16	36,75	0,27	20,32
N1719	6,37	0,16	32,28	0,27	7,19
N1720	7,40	0,16	31,31	0,27	6,34
N1721	6,73	0,11	32,06	0,19	7,25
N1722	6,62	0,18	32,23	0,31	7,54
N1723	6,68	0,13	39,73	0,23	30,83
N1724	7,41	0,11	38,89	0,19	29,79
N1725	5,59	0,26	40,22	0,45	30,10
N1726	5,30	0,26	40,16	0,45	29,33
N1727	5,22	0,20	39,97	0,35	28,55
N1728	5,30	0,23	39,65	0,39	27,73
N1729	5,22	0,18	39,54	0,31	27,24
N1730	5,11	0,24	39,49	0,41	26,86
N1731	5,11	0,20	39,38	0,35	26,51
N1732	5,22	0,26	39,18	0,45	26,14
N1733	5,22	0,23	39,12	0,39	25,97
N1734	5,40	0,24	38,91	0,41	25,69
N1735	6,56	0,35	39,20	0,59	28,95
N1736	5,56	0,26	36,85	0,45	19,62
N1737	5,52	0,27	34,08	0,46	10,99
N1748	5,47	0,16	40,77	0,27	31,52
N1749	5,79	0,27	40,15	0,46	30,30
N1750	5,79	0,32	40,10	0,54	30,15
N1751	6,03	0,26	39,96	0,45	30,20
N1752	5,47	0,24	40,58	0,41	30,94
N1753	5,37	0,20	40,74	0,35	31,22
N1754	5,53	0,23	40,64	0,39	31,26
N1755	5,82	0,16	40,39	0,27	31,08
N1756	5,95	0,23	40,23	0,39	30,86
N1757	5,82	0,26	40,33	0,45	30,91
N1758	6,17	0,27	39,96	0,46	30,48
N1759	6,39	0,27	39,72	0,46	30,20
N1760	6,60	0,27	39,45	0,46	29,80
N1761	6,47	0,27	39,56	0,46	29,88
N1762	6,62	0,23	39,33	0,39	29,47
N1763	6,62	0,23	39,32	0,39	29,44
N1764	6,62	0,23	39,30	0,39	29,41
N1765	6,47	0,20	39,38	0,35	29,32
N1766	6,47	0,20	39,37	0,35	29,29

N1767	3,99	0,16	42,61	0,27	34,32
N1768	4,36	0,13	42,11	0,23	33,56
N1769	3,83	0,18	42,57	0,31	33,86
N1770	3,83	0,18	42,54	0,31	33,77
N1771	4,33	0,18	42,01	0,31	33,16
N1772	4,33	0,23	41,98	0,39	33,07
N1773	5,55	0,18	40,75	0,31	31,81
N1774	5,55	0,18	40,73	0,31	31,77
N1775	5,55	0,20	40,72	0,35	31,73
N1776	5,55	0,20	40,70	0,35	31,68
N1777	6,49	0,11	39,73	0,19	30,63
N1778	7,28	0,29	39,35	0,50	31,14
N1779	7,30	0,26	39,35	0,45	31,16
N1780	7,30	0,26	39,35	0,45	31,19
N1781	2,93	0,13	43,73	0,23	35,58
N1782	6,47	0,13	39,75	0,23	30,64
N1783	6,58	0,13	39,64	0,23	30,53
N1784	5,68	0,26	40,66	0,45	31,83
N1785	5,39	0,29	40,90	0,50	31,97
N1786	5,39	0,23	40,89	0,39	31,93
N1787	5,39	0,26	40,88	0,45	31,87
N1788	5,55	0,27	40,69	0,46	31,63
N1789	6,47	0,05	39,75	0,09	30,64
N1790	5,67	0,05	40,90	0,09	32,55
N1791	5,88	0,20	40,67	0,35	32,28
N1792	5,26	0,16	41,17	0,27	32,53
N1793	5,64	0,26	40,74	0,45	31,99
N1794	5,71	0,26	40,64	0,45	31,82
N1795	5,27	0,11	37,65	0,18	21,50
N1796	6,49	0,13	36,54	0,23	20,62
N1797	6,79	0,18	37,05	0,31	22,79
N1798	5,95	0,11	38,24	0,19	24,72
N1799	6,03	0,11	38,24	0,19	24,87
N1800	5,72	0,13	38,84	0,23	26,10
N1801	5,70	0,05	39,06	0,09	26,72
N1802	5,70	0,05	39,10	0,09	26,84
N1803	5,70	0,05	39,14	0,09	26,97
N1804	5,53	0,05	39,40	0,09	27,41
N1805	4,82	0,08	40,54	0,14	29,49
N1806	4,67	0,08	40,70	0,14	29,65
N1807	4,92	0,15	38,41	0,26	23,04
N1808	5,13	0,29	38,79	0,49	24,68
N1809	4,71	0,16	40,17	0,28	28,08
N1810	4,71	0,16	40,29	0,28	28,47
N1811	4,71	0,29	40,43	0,50	28,90
N1812	4,87	0,29	40,41	0,50	29,17
N1813	4,86	0,09	36,25	0,16	16,13
N1814	5,73	0,11	35,38	0,19	15,26
N1815	5,18	0,16	36,75	0,28	18,39
N1816	5,65	0,11	35,40	0,19	15,15
N1817	5,65	0,16	35,40	0,28	15,15
N1818	5,55	0,13	35,50	0,22	15,25
N1819	5,55	0,15	35,50	0,26	15,25
N1820	5,55	0,16	35,50	0,28	15,25
N1821	5,55	0,16	35,50	0,28	15,25
N1822	5,22	0,07	35,83	0,12	15,58
N1823	5,09	0,15	35,96	0,26	15,71
N1824	5,09	0,15	35,96	0,26	15,71
N1825	5,09	0,18	35,96	0,31	15,71
N1826	5,18	0,16	35,87	0,28	15,62
N1827	4,98	0,23	36,07	0,39	15,83
N1828	4,78	0,13	36,28	0,22	16,03
N1829	5,01	0,15	36,05	0,26	15,80
N1830	4,96	0,25	39,26	0,43	25,88
N1831	4,35	0,02	38,85	0,04	23,84
N1832	4,35	0,02	38,83	0,04	23,77

N1833	4,35	0,02	38,82	0,04	23,72
N1834	4,35	0,07	38,66	0,12	23,24
N1835	4,82	0,08	37,58	0,14	20,86
N1836	4,17	0,09	38,08	0,16	21,03
N1837	4,73	0,13	37,45	0,22	20,26
N1838	4,86	0,13	37,29	0,22	20,04
N1839	4,80	0,16	37,33	0,28	20,01
N1840	4,52	0,21	37,52	0,36	20,01
N1841	4,74	0,23	37,27	0,39	19,70
N1842	4,87	0,11	37,13	0,19	19,55
N1843	4,87	0,05	37,13	0,09	19,54
N1844	5,05	0,11	37,47	0,19	21,03
N1845	4,27	0,25	37,75	0,43	20,19
N1846	5,25	0,07	38,02	0,12	23,18
N1847	5,25	0,09	38,01	0,16	23,15
N1848	5,67	0,01	37,64	0,01	22,89
N1849	5,67	0,01	37,63	0,01	22,88
N1850	5,55	0,02	37,75	0,04	22,97
N1851	5,42	0,05	37,87	0,09	23,07
N1852	5,25	0,07	38,03	0,12	23,22
N1853	5,25	0,07	38,02	0,12	23,19
N1854	4,31	1,00	39,13	1,71	24,63
N1855	4,47	0,01	38,84	0,01	24,07
N1856	4,47	0,00	38,83	0,00	24,02
N1857	4,47	0,02	38,81	0,04	23,96
N1858	5,20	0,01	38,22	0,01	23,62
N1859	5,20	0,02	38,15	0,04	23,37
N1860	5,20	0,02	38,07	0,04	23,09
N1861	5,20	0,02	38,05	0,04	23,02
N1862	4,69	0,01	38,25	0,01	22,51
N1863	4,69	0,01	38,24	0,01	22,47
N1864	4,69	0,01	38,23	0,01	22,44
N1865	5,11	0,00	37,76	0,00	21,83
N1866	5,11	0,00	37,76	0,00	21,81
N1867	5,11	0,00	37,75	0,00	21,79
N1868	5,27	0,08	37,66	0,14	21,80
N1869	4,94	0,07	38,28	0,12	22,96
N1870	4,52	0,08	38,97	0,14	24,16
N1871	4,93	0,15	38,63	0,26	23,95
N1872	4,88	0,15	38,66	0,26	23,94
N1873	5,27	0,15	38,24	0,26	23,47
N1874	3,78	0,07	40,36	0,12	26,81
N1875	3,19	0,07	40,94	0,12	27,40
N1876	3,73	0,05	39,82	0,09	25,06
N1877	3,32	0,05	40,29	0,09	25,62
N1878	3,32	0,07	40,33	0,12	25,77
N1879	3,57	0,04	40,22	0,07	25,94
N1880	3,78	0,08	40,06	0,14	25,90
N1881	3,78	0,08	40,08	0,14	25,95
N1882	3,78	0,07	40,12	0,12	26,09
N1883	4,26	0,05	39,71	0,09	25,83
N1884	4,18	0,11	39,94	0,19	26,35
N1885	5,03	0,18	39,21	0,31	25,97
N1886	4,67	0,25	39,51	0,43	26,14
N1887	5,35	0,16	38,66	0,28	24,93
N1888	5,35	0,16	38,68	0,28	24,98
N1889	4,49	0,04	39,03	0,07	24,28
N1890	4,13	0,16	39,55	0,28	25,15
N1891	4,34	0,29	39,50	0,49	25,43
N1892	4,54	0,29	39,56	0,49	26,02
N1893	5,33	0,15	38,46	0,26	24,27
N1894	3,50	0,19	39,98	0,32	25,14
N1895	4,47	0,08	38,77	0,14	23,43
N1896	4,12	0,11	39,17	0,19	23,95
N1897	3,93	0,13	39,33	0,23	24,04
N1898	3,93	0,13	39,35	0,23	24,09

N1899	4,12	0,16	39,19	0,27	24,00
N1900	5,33	0,13	38,52	0,22	24,47
N1901	5,82	0,16	37,94	0,28	23,71
N1902	4,99	0,13	33,63	0,22	8,74
N1903	4,99	0,13	33,63	0,22	8,74
N1904	5,06	0,23	38,91	0,39	25,09
RNF5	49,00	N/A	0,00	N/A	0,00
RNF6	49,00	N/A	0,00	N/A	0,00
RNF7	49,70	N/A	0,00	N/A	0,00
RNF8	47,00	N/A	0,00	N/A	0,00

**Tabela A.2** – Dados das tubulações da Rede Bessa no cenário calculado do ano 0 (2003) e no cenário medido do ano 10 (2013).

Tubulação	Comprimento (m)	Diâmetro (mm)	ANO 0 CALCULADO (2003)			ANO 10 MEDIDO (2013)		
			Rugosidade C	Vazão (ℓ/s)	Perda de Carga (mca/km)	Rugosidade C	Vazão (ℓ/s)	Perda de Carga (mca/km)
T1	0,19	347,6	140	35,16	0,39	130	59,89	1,21
T2	0,85	489,4	140	95,53	0,47	130	161,20	1,43
T3	0,28	489,4	140	101,25	0,53	130	170,97	1,60
T4	0,10	489,4	140	119,32	0,72	130	202,00	2,18
T5	0,28	489,4	140	141,51	0,98	130	239,59	2,99
T6	0,48	489,4	140	145,11	1,03	130	245,73	3,13
T7	0,18	394,6	140	89,24	1,19	130	150,45	3,60
T8	0,17	394,6	140	89,08	1,19	130	150,17	3,59
T9	0,04	394,6	140	52,71	0,45	130	87,72	1,33
T10	0,14	394,6	140	33,09	0,19	130	54,06	0,54
T11	0,15	347,6	140	32,96	0,35	130	53,84	1,00
T12	0,17	347,6	140	32,78	0,35	130	53,53	0,99
T13	0,11	347,6	140	16,09	0,09	130	26,26	0,26
T14	0,20	347,6	140	32,42	0,34	130	52,91	0,96
T15	0,63	347,6	140	2,95	0,00	130	7,36	0,02
T16	0,01	347,6	140	0,47	0,00	130	0,77	0,00
T20	0,24	619,6	140	19,84	0,01	130	34,36	0,04
T21	0,47	619,6	140	146,57	0,33	130	248,15	1,50
T22	0,17	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T23	0,08	54,6	140	0,95	4,09	130	1,65	12,84
T24	0,84	54,6	140	0,61	1,81	130	1,04	5,51
T25	0,01	54,6	140	0,50	1,25	130	0,85	3,80
T26	0,63	54,6	140	1,23	6,57	130	2,09	20,07
T27	0,57	54,6	140	0,68	2,20	130	1,16	6,76
T28	0,44	54,6	140	0,40	0,82	130	0,68	2,50
T29	0,11	347,6	140	16,54	0,10	130	27,00	0,28
T30	0,32	347,6	140	35,25	0,40	130	60,05	1,22
T31	0,19	347,6	140	0,07	0,00	130	0,12	0,00
T32	0,37	347,6	140	0,15	0,00	130	0,26	0,00
T33	1113,76	466,6	140	183,77	2,01	130	312,51	9,16
T34	0,56	54,6	140	0,27	0,39	130	0,46	1,21
T35	0,77	54,6	140	0,26	0,37	130	0,44	1,12
T36	0,65	54,6	140	0,13	0,10	130	0,22	0,31
T37	0,55	489,4	140	167,08	1,34	130	283,68	4,09
T38	0,24	489,4	140	166,51	1,33	130	282,70	4,06
T39	0,04	54,6	140	0,35	0,64	130	0,61	2,03
T40	0,06	54,6	140	2,26	20,19	130	3,96	65,25
T41	0,51	54,6	140	0,59	1,70	130	0,96	4,70
T42	0,29	156,4	140	1,03	0,03	130	1,72	0,08
T43	0,19	54,6	140	2,02	16,43	130	3,49	51,65
T44	0,21	54,6	140	0,76	2,67	130	1,29	8,15
T45	0,74	54,6	140	0,66	2,06	130	1,14	6,51
T50	0,66	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T51	0,14	54,6	140	0,13	0,10	130	0,23	0,34
T52	0,16	54,6	140	0,24	0,32	130	0,41	0,98
T53	0,75	54,6	140	0,34	0,60	130	0,59	1,92
T54	0,69	54,6	140	0,09	0,05	130	0,16	0,17
T55	0,52	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T56	0,34	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T57	0,48	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T58	0,16	54,6	140	0,41	0,85	130	0,71	2,71
T59	0,22	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T60	0,14	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T61	0,14	54,6	140	0,13	0,10	130	0,22	0,31
T62	0,13	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T63	0,63	54,6	140	0,36	0,67	130	0,61	2,04
T64	0,51	54,6	140	0,23	0,29	130	0,39	0,89
T65	0,15	54,6	140	0,26	0,37	130	0,44	1,12
T66	0,15	54,6	140	0,13	0,10	130	0,22	0,31

T67	0,17	54,6	140	0,11	0,07	130	0,20	0,26
T68	0,79	54,6	140	0,06	0,02	130	0,11	0,09
T69	0,58	54,6	140	0,04	0,01	130	0,07	0,04
T70	0,07	54,6	140	0,29	0,45	130	0,51	1,47
T71	0,08	54,6	140	0,24	0,32	130	0,42	1,02
T72	0,01	54,6	140	0,19	0,21	130	0,33	0,66
T73	0,80	54,6	140	0,14	0,12	130	0,24	0,36
T74	0,69	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T75	0,85	54,6	140	0,06	0,02	130	0,10	0,07
T76	0,65	54,6	140	0,03	0,01	130	0,05	0,02
T77	0,06	54,6	140	0,36	0,67	130	0,62	2,11
T78	0,21	54,6	140	0,13	0,10	130	0,23	0,34
T79	0,16	54,6	140	0,30	0,48	130	0,50	1,41
T80	0,76	54,6	140	0,19	0,21	130	0,32	0,62
T81	0,52	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T82	0,61	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T83	0,26	156,4	140	0,13	0,00	130	0,23	0,00
T84	0,02	156,4	140	0,24	0,00	130	0,41	0,01
T85	0,18	156,4	140	0,35	0,00	130	0,60	0,01
T86	0,21	156,4	140	0,46	0,01	130	0,79	0,02
T87	0,23	100,0	140	0,47	0,06	130	0,80	0,18
T88	0,18	100,0	140	0,31	0,03	130	0,53	0,08
T89	0,16	100,0	140	0,23	0,02	130	0,39	0,05
T90	0,29	100,0	140	0,60	0,09	130	1,03	0,28
T91	0,70	100,0	140	4,76	4,20	130	8,18	13,15
T92	0,86	100,0	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T93	0,03	100,0	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T94	0,47	100,0	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T95	0,11	100,0	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T96	0,57	100,0	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T97	0,81	100,0	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T98	0,78	100,0	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T99	0,41	100,0	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T100	83,61	100,0	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T101	0,02	252,0	140	2,30	0,01	130	4,29	0,04
T102	0,02	252,0	140	2,30	0,01	130	4,29	0,04
T103	0,01	299,8	140	17,54	0,22	130	30,15	0,70
T104	0,13	299,8	140	17,72	0,23	130	30,46	0,71
T105	0,32	299,8	140	17,91	0,23	130	30,78	0,73
T106	0,49	100,0	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T107	0,17	204,2	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T108	0,21	252,0	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T109	0,13	204,2	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T110	0,04	204,2	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T111	0,41	54,6	140	1,86	14,01	130	3,57	50,31
T112	231,99	54,6	140	0,26	0,37	130	0,44	1,05
T113	0,02	54,6	140	0,44	0,97	130	0,72	2,57
T114	0,22	54,6	140	0,44	0,97	130	0,72	2,57
T115	0,36	54,6	140	0,44	0,97	130	0,72	2,57
T116	0,82	54,6	140	0,45	1,01	130	0,73	2,64
T117	0,21	54,6	140	0,44	0,97	130	0,72	2,57
T118	0,58	252,0	140	8,21	0,13	130	14,15	0,40
T119	0,16	100,0	140	1,03	0,25	130	1,79	0,78
T120	0,34	252,0	140	19,46	0,63	130	33,41	1,97
T121	0,53	299,8	140	19,23	0,27	130	33,01	0,83
T122	0,76	54,6	140	2,07	17,13	130	3,59	54,38
T123	0,31	204,2	140	11,33	0,65	130	19,11	1,95
T124	0,55	54,6	140	3,57	47,05	130	5,96	139,18
T125	0,26	54,6	140	3,56	46,76	130	6,33	155,86
T126	0,72	54,6	140	3,47	44,57	130	6,02	141,70
T127	0,11	204,2	140	11,88	0,71	130	20,50	2,22
T128	0,11	204,2	140	11,70	0,69	130	20,19	2,16
T129	0,96	204,2	140	11,50	0,66	130	19,84	2,09
T130	0,12	204,2	140	11,30	0,64	130	19,49	2,02
T131	0,79	204,2	140	7,12	0,27	130	12,43	0,88
T132	0,03	204,2	140	7,35	0,29	130	12,82	0,93

T133	0,21	252,0	140	19,66	0,64	130	34,05	2,04
T134	0,14	252,0	140	19,50	0,63	130	33,78	2,01
T135	0,37	156,4	140	0,72	0,01	130	1,26	0,05
T136	0,01	100,0	140	3,82	2,79	130	6,78	9,29
T137	0,12	100,0	140	2,91	1,69	130	5,16	5,59
T138	0,30	156,4	140	6,70	0,90	130	11,71	2,89
T139	0,93	156,4	140	6,94	0,96	130	12,12	3,08
T140	0,38	77,2	140	1,17	1,10	130	2,07	3,65
T141	0,37	156,4	140	0,72	0,01	130	1,26	0,05
T142	0,55	156,4	140	2,86	0,18	130	4,88	0,57
T143	0,46	156,4	140	3,06	0,21	130	5,23	0,65
T144	0,12	156,4	140	28,09	12,73	130	50,47	43,23
T145	0,98	156,4	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T146	0,19	156,4	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T147	0,79	156,4	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T148	0,40	156,4	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T149	0,74	156,4	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T150	0,71	156,4	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T151	0,26	156,4	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T152	0,15	156,4	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T153	0,72	156,4	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T154	0,13	156,4	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T155	0,07	156,4	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T156	0,14	156,4	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T157	0,97	156,4	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T158	0,60	156,4	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T159	217,29	77,2	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T160	0,82	77,2	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T161	0,21	100,0	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T162	0,13	100,0	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T163	60,02	100,0	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T164	0,44	100,0	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T165	0,18	204,2	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T166	72,13	156,4	140	28,12	12,76	130	50,50	43,28
T167	0,50	54,6	140	0,01	0,00	130	0,01	0,00
T168	0,90	54,6	140	0,02	0,00	130	0,04	0,01
T169	0,17	54,6	140	0,21	0,25	130	0,36	0,77
T170	0,80	54,6	140	0,21	0,25	130	0,36	0,77
T171	0,00	54,6	140	0,48	1,14	130	0,83	3,62
T172	0,22	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T173	0,12	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T174	0,15	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T175	0,21	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T176	0,91	54,6	140	0,17	0,17	130	0,30	0,55
T177	0,64	54,6	140	0,09	0,05	130	0,16	0,17
T178	0,57	54,6	140	0,56	1,52	130	0,98	4,92
T179	0,16	54,6	140	0,64	1,95	130	1,12	6,30
T180	0,75	54,6	140	0,48	1,14	130	0,84	3,70
T181	0,46	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T182	0,79	54,6	140	0,34	0,60	130	0,60	1,98
T183	0,78	54,6	140	0,41	0,85	130	0,72	2,78
T184	0,01	54,6	140	0,17	0,17	130	0,30	0,55
T185	0,00	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T186	0,62	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T187	0,16	54,6	140	0,14	0,12	130	0,24	0,36
T188	0,17	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T189	0,41	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T190	0,18	54,6	140	0,24	0,32	130	0,42	1,02
T191	0,85	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T192	0,88	54,6	140	0,48	1,14	130	0,84	3,70
T193	0,77	54,6	140	0,49	1,19	130	0,85	3,78
T194	0,02	54,6	140	0,15	0,13	130	0,23	0,33
T195	0,26	54,6	140	1,13	5,58	130	1,93	17,31
T196	0,79	54,6	140	1,21	6,34	130	2,07	19,71
T197	0,24	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T198	0,73	54,6	140	1,00	4,45	130	1,72	13,94
T199	0,73	54,6	140	0,47	1,10	130	0,81	3,46

T200	0,16	100,0	140	0,19	0,01	130	0,32	0,03
T201	0,17	54,6	140	0,19	0,21	130	0,32	0,62
T202	0,36	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T203	0,30	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T204	0,38	54,6	140	0,09	0,05	130	0,16	0,17
T205	0,15	54,6	140	0,13	0,10	130	0,23	0,34
T206	0,14	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T207	0,12	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T208	0,14	54,6	140	0,04	0,01	130	0,07	0,04
T209	0,78	54,6	140	1,47	9,07	130	2,50	27,77
T210	0,68	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T211	0,46	54,6	140	0,02	0,00	130	0,04	0,01
T212	0,02	54,6	140	0,25	0,34	130	0,45	1,16
T213	0,86	54,6	140	0,09	0,05	130	0,17	0,19
T214	0,47	54,6	140	0,27	0,39	130	0,48	1,31
T215	0,42	54,6	140	0,19	0,21	130	0,34	0,69
T216	0,57	54,6	140	0,16	0,15	130	0,29	0,52
T217	0,20	54,6	140	0,18	0,19	130	0,31	0,58
T218	0,83	54,6	140	0,03	0,01	130	0,05	0,02
T219	0,90	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T220	0,90	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T286	0,66	54,6	140	0,24	0,32	130	0,41	0,98
T287	0,18	54,6	140	1,95	15,32	130	3,33	47,30
T288	0,12	54,6	140	0,40	0,82	130	0,70	2,64
T289	0,62	54,6	140	0,20	0,23	130	0,35	0,73
T298	0,33	54,6	140	0,23	0,29	130	0,39	0,89
T299	0,16	54,6	140	0,55	1,45	130	0,93	4,45
T300	0,17	54,6	140	1,50	9,43	130	2,57	29,30
T301	0,51	54,6	140	1,24	6,63	130	2,12	20,51
T302	0,55	54,6	140	0,26	0,37	130	0,45	1,16
T325	0,73	100,0	140	1,79	0,68	130	3,06	2,13
T326	0,40	100,0	140	2,87	1,64	130	4,91	5,10
T327	0,99	100,0	140	3,19	2,00	130	5,45	6,19
T328	0,92	100,0	140	3,32	2,15	130	5,68	6,68
T329	0,97	100,0	140	5,30	5,12	130	9,07	15,91
T330	0,67	100,0	140	0,90	0,19	130	1,56	0,61
T331	0,39	100,0	140	1,25	0,35	130	2,15	1,10
T332	0,31	100,0	140	1,60	0,56	130	2,74	1,73
T333	0,13	100,0	140	1,82	0,71	130	3,10	2,18
T334	0,76	100,0	140	1,93	0,79	130	3,28	2,42
T335	0,60	100,0	140	2,04	0,87	130	3,46	2,67
T336	0,77	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T337	0,90	54,6	140	0,30	0,48	130	0,52	1,52
T338	0,28	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T339	0,51	54,6	140	0,13	0,10	130	0,22	0,31
T340	0,84	54,6	140	1,43	8,63	130	2,46	27,04
T341	0,37	54,6	140	1,28	7,03	130	2,20	21,99
T342	0,11	54,6	140	1,13	5,58	130	1,94	17,42
T343	0,12	54,6	140	1,06	4,96	130	1,82	15,48
T344	0,14	54,6	140	0,88	3,51	130	1,51	10,95
T345	0,07	54,6	140	0,69	2,24	130	1,19	7,04
T346	0,85	54,6	140	0,25	0,34	130	0,42	1,02
T347	0,34	54,6	140	0,33	0,58	130	0,58	1,88
T348	0,74	54,6	140	0,46	1,07	130	0,80	3,41
T349	0,28	54,6	140	0,73	2,48	130	1,25	7,67
T350	0,43	54,6	140	0,06	0,02	130	0,12	0,10
T351	0,11	54,6	140	0,46	1,06	130	0,79	3,30
T352	0,00	54,6	140	0,27	0,39	130	0,47	1,26
T353	0,11	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T354	0,84	156,4	140	3,00	0,20	130	4,87	0,57
T355	0,75	156,4	140	3,66	0,29	130	6,03	0,85
T356	0,77	156,4	140	3,70	0,30	130	6,11	0,87
T357	0,74	156,4	140	5,95	0,72	130	9,97	2,15
T358	0,79	156,4	140	7,11	1,00	130	11,95	3,00
T359	0,01	156,4	140	10,96	2,23	130	18,58	6,79
T360	0,02	156,4	140	13,58	3,31	130	23,18	10,23
T361	0,06	156,4	140	13,58	3,31	130	23,18	10,23



T362	0,05	156,4	140	13,59	3,32	130	23,19	10,24
T363	0,12	156,4	140	13,60	3,32	130	23,20	10,25
T364	0,01	156,4	140	14,48	3,73	130	27,26	13,82
T365	0,50	156,4	140	14,46	3,72	130	27,22	13,78
T366	0,29	156,4	140	14,44	3,71	130	27,18	13,74
T367	0,32	156,4	140	14,42	3,70	130	27,14	13,70
T368	0,19	156,4	140	14,40	3,69	130	27,10	13,67
T369	0,03	156,4	140	10,90	2,20	130	18,81	6,95
T370	0,16	156,4	140	10,84	2,18	130	18,69	6,87
T371	0,34	156,4	140	10,79	2,16	130	18,60	6,81
T372	0,56	156,4	140	10,77	2,16	130	18,56	6,78
T373	0,33	156,4	140	10,60	2,09	130	18,26	6,58
T374	0,37	156,4	140	8,12	1,28	130	14,05	4,05
T375	0,75	156,4	140	7,77	1,18	130	13,45	3,73
T376	0,71	156,4	140	7,42	1,08	130	12,85	3,43
T377	0,87	156,4	140	6,80	0,92	130	11,78	2,92
T378	0,62	156,4	140	6,21	0,78	130	10,79	2,48
T379	0,60	156,4	140	5,64	0,65	130	9,84	2,09
T380	0,81	156,4	140	2,96	0,20	130	5,32	0,67
T381	0,24	156,4	140	2,03	0,10	130	3,18	0,26
T382	0,02	156,4	140	3,66	0,29	130	6,00	0,84
T383	1,00	54,6	140	0,40	0,82	130	0,69	2,57
T384	0,51	54,6	140	0,21	0,25	130	0,36	0,77
T385	0,04	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T386	0,23	54,6	140	0,31	0,51	130	0,54	1,63
T387	0,28	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T388	0,12	54,6	140	0,25	0,34	130	0,43	1,07
T389	0,23	54,6	140	0,03	0,01	130	0,05	0,02
T390	0,61	54,6	140	0,13	0,10	130	0,22	0,31
T391	0,77	54,6	140	0,13	0,10	130	0,22	0,31
T392	0,01	54,6	140	0,02	0,00	130	0,04	0,01
T393	0,84	54,6	140	1,21	6,34	130	2,08	19,82
T394	0,25	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T395	0,21	54,6	140	0,36	0,66	130	0,59	1,91
T396	0,64	54,6	140	0,19	0,21	130	0,32	0,62
T397	0,59	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T398	0,77	54,6	140	0,46	1,06	130	0,79	3,30
T399	0,93	54,6	140	0,29	0,45	130	0,49	1,36
T400	0,38	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T401	0,26	54,6	140	0,02	0,00	130	0,04	0,01
T402	0,47	54,6	140	0,02	0,00	130	0,04	0,01
T403	0,31	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T404	0,75	54,6	140	1,53	9,78	130	2,57	29,32
T405	0,77	54,6	140	1,20	6,23	130	2,00	18,43
T406	0,77	54,6	140	0,71	2,33	130	1,13	6,45
T407	0,78	54,6	140	0,43	0,91	130	0,65	2,33
T408	0,77	54,6	140	0,42	0,88	130	0,55	1,67
T409	0,72	54,6	140	0,31	0,50	130	0,36	0,76
T410	0,75	54,6	140	0,37	0,70	130	0,58	1,84
T411	0,75	54,6	140	0,08	0,04	130	0,08	0,04
T412	0,75	54,6	140	0,02	0,00	130	0,11	0,09
T413	0,76	54,6	140	0,64	1,96	130	1,02	5,29
T414	0,77	54,6	140	0,90	3,63	130	1,45	10,15
T415	0,75	54,6	140	1,08	5,10	130	1,76	14,53
T416	0,71	54,6	140	1,45	8,81	130	2,41	26,02
T417	0,77	54,6	140	1,78	12,90	130	2,98	38,56
T418	0,74	54,6	140	0,80	2,97	130	1,35	8,88
T419	0,06	54,6	140	0,43	0,92	130	0,71	2,70
T420	0,16	54,6	140	0,02	0,00	130	0,04	0,01
T421	0,10	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T422	0,19	54,6	140	0,54	1,40	130	0,92	4,37
T423	0,08	54,6	140	0,17	0,17	130	0,30	0,55
T424	0,76	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T425	0,29	54,6	140	0,01	0,00	130	0,01	0,00
T426	0,10	54,6	140	0,55	1,45	130	0,91	4,33
T427	0,11	54,6	140	0,53	1,35	130	0,87	3,98
T428	0,60	54,6	140	0,44	0,95	130	0,71	2,74

T429	0,20	54,6	140	0,73	2,47	130	1,24	7,56
T430	0,72	54,6	140	0,02	0,00	130	0,04	0,01
T431	0,72	54,6	140	0,09	0,05	130	0,16	0,17
T432	0,46	54,6	140	0,11	0,07	130	0,18	0,21
T433	0,07	54,6	140	0,45	1,01	130	0,76	3,07
T434	0,76	54,6	140	0,81	3,01	130	1,38	9,27
T435	0,75	54,6	140	0,94	3,97	130	1,61	12,34
T436	0,74	54,6	140	1,54	9,89	130	2,63	30,51
T437	0,33	54,6	140	2,66	27,20	130	4,53	83,95
T438	0,30	54,6	140	0,31	0,51	130	0,52	1,54
T439	0,71	54,6	140	0,44	0,97	130	0,75	3,02
T440	0,08	54,6	140	0,28	0,42	130	0,48	1,30
T441	0,16	54,6	140	0,41	0,86	130	0,70	2,65
T442	0,54	54,6	140	0,65	2,01	130	1,10	6,12
T443	0,84	54,6	140	0,58	1,63	130	0,98	4,95
T444	0,19	54,6	140	0,09	0,05	130	0,16	0,17
T445	0,63	54,6	140	0,78	2,79	130	1,32	8,56
T446	0,63	54,6	140	0,79	2,89	130	1,33	8,67
T447	0,19	54,6	140	1,06	4,94	130	1,80	15,14
T448	0,42	54,6	140	0,46	1,06	130	0,80	3,38
T449	0,11	54,6	140	0,30	0,48	130	0,52	1,52
T450	0,02	54,6	140	0,14	0,12	130	0,24	0,36
T451	0,26	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T452	0,20	54,6	140	0,45	1,01	130	0,77	3,15
T453	0,19	54,6	140	0,49	1,19	130	0,97	4,79
T454	0,35	54,6	140	0,73	2,48	130	1,38	9,22
T455	0,01	54,6	140	0,13	0,10	130	0,22	0,31
T456	0,50	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T457	0,02	54,6	140	2,84	30,69	130	5,74	129,84
T458	0,11	54,6	140	0,09	0,05	130	0,16	0,17
T505	0,14	54,6	140	0,96	4,16	130	1,65	12,87
T506	0,63	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,09
T507	0,36	54,6	140	0,08	0,04	130	0,15	0,15
T508	0,21	54,6	140	0,32	0,55	130	0,56	1,72
T509	0,18	54,6	140	0,50	1,25	130	0,87	3,92
T510	0,49	54,6	140	0,66	2,08	130	1,14	6,47
T511	0,12	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T512	0,00	54,6	140	0,31	0,51	130	0,54	1,64
T513	0,59	54,6	140	0,63	1,90	130	1,08	5,90
T514	0,44	54,6	140	0,34	0,60	130	0,58	1,86
T591	0,50	54,6	140	0,29	0,45	130	0,50	1,41
T592	0,18	54,6	140	0,11	0,08	130	0,20	0,25
T593	0,12	54,6	140	0,72	2,39	130	1,22	7,41
T594	0,36	54,6	140	0,03	0,01	130	0,05	0,02
T595	0,17	54,6	140	0,72	2,41	130	1,23	7,48
T596	0,34	54,6	140	0,71	2,36	130	1,21	7,31
T597	0,44	54,6	140	0,47	1,10	130	0,80	3,41
T598	0,43	54,6	140	0,26	0,36	130	0,44	1,11
T599	0,08	54,6	140	0,31	0,50	130	0,53	1,56
T600	0,24	54,6	140	0,81	3,04	130	1,40	9,48
T601	0,60	54,6	140	0,09	0,05	130	0,16	0,17
T602	0,14	54,6	140	0,76	2,70	130	1,31	8,40
T603	0,74	54,6	140	0,29	0,46	130	0,50	1,43
T604	0,72	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T639	0,08	54,6	140	0,59	1,66	130	1,02	5,27
T640	0,75	54,6	140	0,66	2,05	130	1,14	6,48
T641	0,02	54,6	140	0,77	2,73	130	1,30	8,27
T642	0,77	54,6	140	0,46	1,05	130	0,78	3,20
T643	0,81	54,6	140	0,35	0,65	130	0,60	1,98
T644	0,77	54,6	140	0,48	1,14	130	0,81	3,42
T645	0,80	54,6	140	0,81	3,01	130	1,37	9,16
T646	0,44	54,6	140	5,72	112,42	130	9,74	345,67
T647	0,60	54,6	140	2,39	22,39	130	4,06	68,52
T648	0,77	54,6	140	2,24	19,85	130	3,80	60,63
T649	0,83	54,6	140	1,84	13,72	130	3,15	42,64
T650	0,92	54,6	140	1,77	12,77	130	3,03	39,67
T651	0,84	54,6	140	0,95	4,06	130	1,64	12,72

T652	0,84	54,6	140	0,79	2,89	130	1,36	8,98
T653	0,88	54,6	140	0,37	0,71	130	0,64	2,21
T654	0,49	54,6	140	0,01	0,00	130	0,01	0,00
T655	0,91	54,6	140	0,93	3,93	130	1,59	12,01
T656	0,09	54,6	140	0,39	0,78	130	0,67	2,43
T657	0,55	54,6	140	0,18	0,19	130	0,31	0,58
T658	0,42	54,6	140	0,60	1,73	130	1,05	5,59
T659	0,18	54,6	140	0,51	1,28	130	0,89	4,12
T660	0,15	54,6	140	0,44	0,97	130	0,77	3,15
T661	0,84	54,6	140	0,39	0,78	130	0,68	2,50
T662	0,67	54,6	140	0,11	0,07	130	0,20	0,26
T663	0,70	54,6	140	0,50	1,24	130	0,86	3,88
T664	0,14	54,6	140	0,56	1,50	130	0,95	4,60
T665	0,74	54,6	140	1,20	6,27	130	2,06	19,48
T666	0,64	54,6	140	1,99	15,87	130	3,41	49,63
T667	0,56	54,6	140	2,10	17,54	130	3,60	54,87
T668	0,40	54,6	140	2,78	29,67	130	4,77	92,21
T669	0,85	54,6	140	2,89	31,87	130	4,96	99,13
T670	0,35	54,6	140	3,04	35,00	130	5,22	108,96
T671	0,04	54,6	140	2,95	32,96	130	5,07	103,22
T672	0,45	54,6	140	2,86	31,12	130	4,91	97,26
T673	0,66	54,6	140	2,70	27,97	130	4,63	87,24
T674	0,61	54,6	140	2,51	24,43	130	4,31	76,40
T675	0,71	54,6	140	1,29	7,09	130	2,23	22,51
T676	0,73	54,6	140	0,61	1,78	130	1,06	5,69
T677	0,86	54,6	140	0,32	0,54	130	0,55	1,67
T678	0,20	54,6	140	0,84	3,24	130	1,46	10,24
T679	0,14	54,6	140	0,38	0,73	130	0,65	2,29
T680	0,15	54,6	140	1,71	12,09	130	2,97	38,40
T681	0,14	54,6	140	0,01	0,00	130	0,04	0,01
T682	0,14	54,6	140	1,12	5,51	130	1,92	17,05
T683	0,02	54,6	140	0,65	1,99	130	1,10	6,08
T684	0,16	54,6	140	0,49	1,17	130	0,83	3,58
T685	0,16	54,6	140	0,42	0,87	130	0,71	2,68
T686	0,14	54,6	140	0,35	0,62	130	0,59	1,90
T687	0,45	54,6	140	0,22	0,26	130	0,37	0,79
T688	0,10	54,6	140	0,09	0,05	130	0,15	0,14
T689	0,02	54,6	140	0,18	0,19	130	0,33	0,66
T690	0,39	54,6	140	2,31	20,99	130	3,97	65,53
T691	0,62	54,6	140	0,62	1,84	130	1,07	5,76
T692	0,15	54,6	140	0,49	1,19	130	0,85	3,76
T693	0,19	54,6	140	0,42	0,89	130	0,73	2,83
T694	0,15	54,6	140	3,49	45,01	130	5,95	138,98
T695	0,57	54,6	140	1,17	5,94	130	2,00	18,39
T696	0,67	54,6	140	0,99	4,36	130	1,69	13,46
T697	0,01	54,6	140	0,95	4,02	130	1,61	12,40
T698	0,72	54,6	140	0,77	2,72	130	1,30	8,35
T699	0,74	54,6	140	0,66	2,04	130	1,12	6,35
T700	0,38	54,6	140	0,23	0,30	130	0,40	0,92
T701	0,14	54,6	140	0,23	0,29	130	0,39	0,89
T702	0,43	54,6	140	0,57	1,57	130	0,97	4,83
T703	0,52	54,6	140	0,32	0,54	130	0,54	1,63
T709	0,13	54,6	140	0,24	0,32	130	0,41	0,98
T710	0,49	54,6	140	0,61	1,78	130	1,04	5,49
T711	0,58	54,6	140	0,35	0,64	130	0,59	1,92
T716	0,13	54,6	140	0,17	0,17	130	0,29	0,53
T717	0,78	54,6	140	1,21	6,30	130	2,07	19,63
T718	0,78	54,6	140	2,51	24,50	130	4,30	76,08
T719	0,70	54,6	140	2,86	31,19	130	4,89	96,54
T720	0,40	54,6	140	0,03	0,01	130	0,28	0,50
T721	0,68	54,6	140	3,27	39,91	130	5,60	124,07
T722	0,68	54,6	140	2,75	28,95	130	4,70	89,68
T723	0,68	54,6	140	2,48	23,91	130	4,24	74,10
T724	0,76	54,6	140	2,02	16,34	130	3,44	50,31
T725	0,07	54,6	140	1,02	4,65	130	1,75	14,37
T726	0,71	54,6	140	0,92	3,80	130	1,57	11,76
T727	0,55	54,6	140	0,65	1,99	130	1,11	6,19

T728	0,43	54,6	140	0,29	0,44	130	0,49	1,37
T729	0,17	54,6	140	0,58	1,61	130	0,99	5,03
T730	0,07	54,6	140	0,90	3,64	130	1,53	11,25
T731	0,72	54,6	140	0,68	2,20	130	1,17	6,81
T732	0,43	54,6	140	0,39	0,79	130	0,67	2,42
T733	0,73	54,6	140	0,57	1,55	130	0,96	4,77
T734	0,54	54,6	140	1,29	7,12	130	2,20	22,01
T735	0,71	54,6	140	1,55	10,01	130	2,65	31,06
T736	0,66	54,6	140	0,27	0,39	130	0,46	1,21
T751	0,56	54,6	140	0,29	0,45	130	0,50	1,41
T752	0,43	54,6	140	0,08	0,04	130	0,15	0,14
T753	0,17	54,6	140	0,24	0,31	130	0,39	0,91
T754	0,12	54,6	140	0,53	1,35	130	0,91	4,26
T755	0,76	54,6	140	0,75	2,59	130	1,27	7,91
T756	0,63	54,6	140	0,65	2,01	130	1,19	7,01
T757	0,61	54,6	140	0,91	3,75	130	1,64	12,71
T758	0,12	54,6	140	2,24	19,80	130	3,84	61,69
T759	0,03	54,6	140	1,98	15,75	130	3,39	48,97
T760	0,17	54,6	140	1,72	12,13	130	2,94	37,62
T761	0,42	54,6	140	1,48	9,18	130	2,53	28,48
T762	0,45	54,6	140	0,27	0,39	130	0,46	1,21
T827	0,62	54,6	140	0,37	0,71	130	0,64	2,22
T828	0,15	54,6	140	0,55	1,47	130	0,95	4,63
T829	0,44	54,6	140	1,04	4,80	130	1,78	14,88
T830	0,70	54,6	140	1,28	7,05	130	2,19	21,84
T831	0,13	54,6	140	2,30	20,77	130	3,92	64,08
T832	0,65	54,6	140	2,54	24,97	130	4,33	77,05
T833	0,60	54,6	140	3,91	55,72	130	6,69	172,66
T834	0,36	54,6	140	3,65	49,06	130	6,24	151,78
T835	0,46	54,6	140	2,16	18,56	130	3,69	57,42
T836	0,70	54,6	140	1,92	14,93	130	3,28	46,18
T837	0,01	54,6	140	1,91	14,70	130	3,26	45,46
T838	0,70	54,6	140	0,85	3,29	130	1,44	10,09
T839	0,59	54,6	140	0,62	1,83	130	1,05	5,63
T840	0,69	54,6	140	0,64	1,96	130	1,10	6,08
T841	0,63	54,6	140	0,80	2,96	130	1,37	9,13
T842	0,61	54,6	140	1,36	7,84	130	2,32	24,21
T843	0,67	54,6	140	1,20	6,21	130	2,05	19,24
T844	0,76	54,6	140	0,91	3,72	130	1,55	11,45
T845	0,73	54,6	140	0,68	2,19	130	1,17	6,79
T846	0,28	54,6	140	0,45	1,02	130	0,78	3,19
T847	0,38	54,6	140	0,71	2,36	130	1,21	7,28
T848	0,70	54,6	140	0,48	1,14	130	0,82	3,54
T849	0,07	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T850	0,41	54,6	140	0,22	0,27	130	0,37	0,81
T851	0,75	54,6	140	0,06	0,02	130	0,11	0,08
T852	0,75	54,6	140	0,12	0,09	130	0,21	0,29
T853	0,64	54,6	140	0,02	0,00	130	0,04	0,02
T854	0,66	54,6	140	0,06	0,02	130	0,09	0,06
T855	0,10	54,6	140	0,25	0,33	130	0,42	1,04
T856	0,16	54,6	140	0,31	0,51	130	0,54	1,63
T857	0,17	54,6	140	0,20	0,23	130	0,35	0,73
T858	0,69	54,6	140	1,60	10,62	130	2,74	32,93
T859	0,29	54,6	140	0,95	4,04	130	1,64	12,70
T860	0,36	54,6	140	0,41	0,85	130	0,72	2,75
T861	0,99	54,6	140	0,17	0,17	130	0,31	0,57
T862	0,14	54,6	140	0,09	0,05	130	0,17	0,18
T863	0,20	54,6	140	0,01	0,00	130	0,03	0,01
T864	0,17	54,6	140	0,31	0,51	130	0,52	1,54
T865	0,22	54,6	140	0,44	0,98	130	0,75	3,03
T866	0,25	54,6	140	0,53	1,38	130	0,91	4,33
T867	0,93	54,6	140	0,85	3,30	130	1,45	10,22
T868	0,96	54,6	140	0,39	0,78	130	0,67	2,43
T869	0,14	54,6	140	0,24	0,32	130	0,41	0,98
T870	0,05	54,6	140	0,64	1,97	130	1,13	6,41
T871	0,15	54,6	140	0,48	1,16	130	0,85	3,78
T872	0,14	54,6	140	0,96	4,17	130	1,66	13,09

T873	0,34	54,6	140	1,70	11,83	130	2,94	37,52
T874	0,12	54,6	140	1,49	9,26	130	2,58	29,45
T875	0,51	54,6	140	1,41	8,36	130	2,44	26,55
T876	0,80	54,6	140	0,54	1,40	130	0,92	4,41
T877	0,74	54,6	140	0,40	0,82	130	0,70	2,64
T878	0,68	54,6	140	0,69	2,22	130	1,18	6,97
T879	0,88	54,6	140	0,06	0,02	130	0,09	0,07
T880	0,54	54,6	140	0,03	0,01	130	0,07	0,03
T881	0,63	54,6	140	0,35	0,63	130	0,60	1,98
T882	0,21	54,6	140	0,26	0,36	130	0,44	1,12
T883	0,17	54,6	140	0,71	2,36	130	1,23	7,49
T884	0,01	54,6	140	0,63	1,90	130	1,09	5,96
T885	0,74	54,6	140	0,45	1,02	130	0,78	3,20
T886	0,39	54,6	140	0,29	0,45	130	0,50	1,40
T887	0,84	54,6	140	0,40	0,81	130	0,69	2,60
T888	0,62	54,6	140	0,53	1,37	130	0,91	4,29
T889	0,61	54,6	140	0,18	0,19	130	0,31	0,58
T890	0,19	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T891	195,05	54,6	140	0,35	0,64	130	0,60	1,98
T892	227,53	54,6	140	0,67	2,12	130	1,14	6,51
T893	0,44	54,6	140	0,82	3,08	130	1,40	9,52
T894	0,39	54,6	140	0,93	3,89	130	1,59	12,05
T895	0,11	54,6	140	0,92	3,81	130	1,56	11,61
T896	0,97	54,6	140	0,40	0,80	130	0,67	2,42
T897	0,08	54,6	140	0,06	0,03	130	0,11	0,08
T898	0,95	54,6	140	0,37	0,70	130	0,63	2,18
T899	0,14	54,6	140	0,49	1,17	130	0,83	3,60
T900	0,92	54,6	140	0,73	2,47	130	1,25	7,68
T901	0,97	54,6	140	1,05	4,85	130	1,79	14,96
T902	0,43	54,6	140	1,12	5,47	130	1,91	16,87
T903	0,12	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T904	0,19	54,6	140	0,80	2,94	130	1,37	9,15
T905	0,01	54,6	140	1,16	5,86	130	1,99	18,26
T906	0,08	54,6	140	1,37	7,98	130	2,35	24,85
T907	0,09	54,6	140	1,16	5,90	130	1,98	18,16
T908	0,86	54,6	140	1,24	6,67	130	2,12	20,60
T909	0,08	54,6	140	2,31	21,03	130	3,95	64,96
T910	0,84	54,6	140	2,44	23,27	130	4,17	71,82
T911	0,43	54,6	140	0,23	0,29	130	0,41	0,98
T912	0,82	54,6	140	0,12	0,09	130	0,22	0,31
T913	0,50	54,6	140	0,19	0,21	130	0,33	0,66
T914	0,15	54,6	140	0,04	0,01	130	0,07	0,04
T915	0,82	54,6	140	0,70	2,27	130	1,20	7,18
T916	0,54	54,6	140	2,82	30,46	130	4,83	94,45
T917	0,12	54,6	140	3,02	34,57	130	5,18	107,51
T918	0,17	54,6	140	1,96	15,46	130	3,35	48,05
T919	0,85	54,6	140	0,23	0,29	130	0,39	0,89
T927	0,82	54,6	140	0,20	0,23	130	0,35	0,72
T928	0,86	54,6	140	0,17	0,16	130	0,28	0,47
T929	0,84	54,6	140	0,36	0,67	130	0,62	2,11
T930	0,27	54,6	140	0,18	0,19	130	0,31	0,58
T931	0,13	54,6	140	0,85	3,32	130	1,46	10,30
T932	0,01	54,6	140	1,51	9,55	130	2,59	29,69
T933	0,46	54,6	140	0,11	0,07	130	0,18	0,21
T934	0,77	54,6	140	1,49	9,34	130	2,55	28,99
T935	0,75	54,6	140	3,24	39,21	130	5,54	121,80
T936	0,58	54,6	140	0,95	4,02	130	1,70	13,67
T937	0,67	54,6	140	0,58	1,60	130	1,07	5,81
T938	0,70	54,6	140	3,77	52,07	130	6,45	161,26
T939	0,69	54,6	140	3,51	45,62	130	6,00	141,05
T940	0,74	54,6	140	1,64	11,14	130	2,80	34,47
T941	0,75	54,6	140	0,75	2,60	130	1,28	8,05
T942	0,71	54,6	140	0,30	0,48	130	0,52	1,54
T943	0,49	54,6	140	0,04	0,01	130	0,07	0,04
T944	0,40	54,6	140	0,72	2,39	130	1,22	7,42
T945	0,12	54,6	140	0,48	1,12	130	0,81	3,48
T946	0,33	54,6	140	0,35	0,62	130	0,58	1,88

T947	0,33	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T948	0,61	54,6	140	0,21	0,25	130	0,36	0,76
T949	0,25	54,6	140	0,32	0,54	130	0,55	1,67
T950	0,23	54,6	140	0,48	1,15	130	0,82	3,52
T951	0,34	54,6	140	0,62	1,83	130	1,05	5,63
T952	0,70	54,6	140	0,80	2,94	130	1,36	9,08
T953	0,78	54,6	140	0,89	3,58	130	1,51	10,98
T954	0,73	54,6	140	1,32	7,39	130	2,24	22,81
T955	0,75	54,6	140	1,55	10,03	130	2,65	31,03
T956	0,65	54,6	140	1,84	13,78	130	3,15	42,74
T957	0,35	54,6	140	0,61	1,78	130	1,05	5,59
T958	0,97	54,6	140	0,84	3,22	130	1,44	10,03
T965	0,54	54,6	140	0,42	0,90	130	0,72	2,76
T966	0,48	54,6	140	0,26	0,37	130	0,44	1,10
T967	0,26	54,6	140	0,10	0,06	130	0,16	0,16
T968	0,70	54,6	140	0,01	0,00	130	0,02	0,00
T969	0,02	54,6	140	0,69	2,23	130	1,19	7,08
T970	0,33	54,6	140	1,50	9,42	130	2,58	29,61
T971	0,65	54,6	140	1,66	11,36	130	2,85	35,60
T972	0,37	54,6	140	1,82	13,48	130	3,12	42,09
T973	0,76	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T974	0,17	54,6	140	0,35	0,64	130	0,61	2,05
T975	0,17	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T976	0,23	54,6	140	0,01	0,00	130	0,01	0,00
T977	0,43	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T978	0,20	54,6	140	0,22	0,27	130	0,38	0,85
T979	0,42	54,6	140	0,47	1,10	130	0,81	3,46
T980	0,19	54,6	140	0,60	1,73	130	1,02	5,34
T981	0,47	54,6	140	2,21	19,36	130	3,78	59,88
T982	0,60	54,6	140	1,56	10,09	130	2,65	31,09
T983	0,64	54,6	140	1,16	5,88	130	1,98	18,14
T984	0,77	54,6	140	1,00	4,47	130	1,70	13,68
T985	0,78	54,6	140	0,71	2,37	130	1,20	7,19
T986	0,79	54,6	140	0,26	0,37	130	0,40	0,95
T987	0,71	54,6	140	1,16	5,82	130	1,96	17,78
T988	0,73	54,6	140	0,99	4,37	130	1,70	13,59
T989	0,75	54,6	140	0,75	2,64	130	1,29	8,20
T990	0,73	54,6	140	0,19	0,21	130	0,33	0,66
T991	0,03	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T992	0,44	54,6	140	0,35	0,64	130	0,61	2,04
T993	0,89	54,6	140	0,19	0,21	130	0,33	0,66
T994	0,55	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T995	0,02	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T1066	0,89	54,6	140	0,94	3,97	130	1,63	12,66
T1067	0,15	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T1069	0,90	54,6	140	0,03	0,01	130	0,05	0,02
T1070	0,16	54,6	140	0,78	2,78	130	1,34	8,81
T1071	0,16	54,6	140	0,26	0,36	130	0,44	1,14
T1072	0,37	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T1073	0,22	54,6	140	0,47	1,09	130	0,79	3,26
T1074	0,12	54,6	140	0,24	0,32	130	0,41	0,98
T1075	0,49	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T1076	0,46	54,6	140	0,11	0,07	130	0,18	0,21
T1077	0,73	54,6	140	0,33	0,57	130	0,55	1,69
T1078	0,78	54,6	140	0,51	1,28	130	0,86	3,86
T1079	0,73	54,6	140	0,75	2,61	130	1,28	8,07
T1080	0,75	54,6	140	0,88	3,51	130	1,51	10,95
T1081	0,79	54,6	140	1,06	4,96	130	1,83	15,64
T1082	0,79	54,6	140	1,19	6,14	130	2,06	19,47
T1083	0,16	54,6	140	0,67	2,15	130	1,17	6,81
T1084	0,16	54,6	140	0,74	2,58	130	1,29	8,16
T1085	0,16	54,6	140	0,80	2,95	130	1,37	9,10
T1086	0,74	54,6	140	2,02	16,38	130	3,47	51,21
T1087	0,20	54,6	140	1,15	5,81	130	1,94	17,44
T1088	0,19	54,6	140	0,63	1,91	130	1,03	5,41
T1089	0,64	54,6	140	0,38	0,75	130	0,57	1,82
T1090	0,61	54,6	140	0,29	0,46	130	0,41	1,00

T1091	0,17	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T1092	0,23	54,6	140	0,28	0,41	130	0,44	1,11
T1093	0,11	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T1094	0,25	54,6	140	0,11	0,08	130	0,20	0,26
T1095	0,54	54,6	140	0,01	0,00	130	0,01	0,00
T1096	0,01	54,6	140	0,68	2,18	130	1,16	6,72
T1097	0,20	54,6	140	0,10	0,06	130	0,18	0,21
T1098	0,62	54,6	140	0,01	0,00	130	0,04	0,01
T1099	0,69	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T1100	0,02	54,6	140	0,50	1,24	130	0,91	4,25
T1101	0,63	54,6	140	0,66	2,07	130	1,11	6,22
T1102	0,62	54,6	140	0,48	1,13	130	0,79	3,33
T1103	0,37	54,6	140	0,65	2,00	130	1,10	6,09
T1104	0,22	54,6	140	0,99	4,36	130	1,68	13,34
T1105	0,58	54,6	140	0,18	0,19	130	0,31	0,58
T1106	0,63	54,6	140	0,36	0,67	130	0,62	2,11
T1107	0,15	54,6	140	0,54	1,41	130	0,92	4,36
T1108	0,14	54,6	140	1,17	5,99	130	2,00	18,38
T1109	0,06	54,6	140	1,55	10,00	130	2,64	30,73
T1110	0,24	54,6	140	0,32	0,53	130	0,55	1,67
T1111	0,16	54,6	140	1,18	6,03	130	1,99	18,19
T1112	0,75	54,6	140	0,98	4,29	130	1,65	12,93
T1113	0,76	54,6	140	1,11	5,44	130	1,87	16,34
T1114	0,11	54,6	140	0,73	2,50	130	1,24	7,57
T1115	0,70	54,6	140	0,75	2,64	130	1,24	7,56
T1116	0,19	54,6	140	0,82	3,07	130	1,37	9,12
T1117	0,79	54,6	140	1,10	5,31	130	1,86	16,10
T1118	0,07	54,6	140	1,43	8,65	130	2,45	26,80
T1119	0,76	54,6	140	1,36	7,84	130	2,29	23,61
T1120	0,75	54,6	140	1,92	14,94	130	3,30	46,56
T1121	0,78	54,6	140	1,49	9,35	130	2,56	29,08
T1122	0,75	54,6	140	2,41	22,72	130	4,05	68,25
T1123	0,73	54,6	140	0,65	1,99	130	1,03	5,42
T1124	0,79	54,6	140	0,42	0,88	130	0,64	2,25
T1125	0,75	54,6	140	0,14	0,11	130	0,16	0,18
T1126	0,76	54,6	140	0,53	1,35	130	0,85	3,82
T1127	0,73	54,6	140	0,69	2,21	130	1,13	6,45
T1128	0,36	54,6	140	0,24	0,32	130	0,41	0,98
T1129	0,79	54,6	140	0,19	0,20	130	0,30	0,54
T1130	0,27	54,6	140	0,09	0,05	130	0,16	0,17
T1131	0,76	54,6	140	0,23	0,30	130	0,39	0,89
T1132	0,65	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T1133	0,14	54,6	140	0,13	0,10	130	0,22	0,31
T1134	0,84	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T1135	0,26	54,6	140	2,05	16,83	130	3,46	51,00
T1136	0,13	54,6	140	1,13	5,56	130	1,90	16,76
T1137	0,19	54,6	140	1,02	4,63	130	1,71	13,83
T1138	0,64	54,6	140	0,36	0,66	130	0,59	1,95
T1139	0,06	54,6	140	0,14	0,12	130	0,27	0,44
T1140	0,16	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T1141	0,88	54,6	140	0,39	0,77	130	0,67	2,46
T1142	0,20	54,6	140	0,80	2,91	130	1,40	9,55
T1143	0,63	54,6	140	0,29	0,46	130	0,66	2,40
T1144	0,61	54,6	140	0,42	0,90	130	0,88	4,07
T1145	0,20	54,6	140	0,59	1,69	130	1,29	8,22
T1146	0,14	54,6	140	0,10	0,06	130	0,18	0,21
T1147	0,58	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T1148	0,01	54,6	140	0,13	0,10	130	0,22	0,31
T1149	0,07	54,6	140	1,05	4,87	130	1,55	11,50
T1150	0,79	54,6	140	0,89	3,58	130	1,27	7,95
T1151	0,77	54,6	140	0,69	2,24	130	0,92	4,37
T1152	0,70	54,6	140	0,17	0,17	130	0,01	0,00
T1153	0,83	54,6	140	0,01	0,00	130	0,27	0,45
T1154	0,75	54,6	140	0,22	0,27	130	0,67	2,43
T1155	0,08	54,6	140	0,43	0,93	130	1,04	5,49
T1156	0,74	54,6	140	0,64	1,95	130	1,41	9,65
T1157	0,78	54,6	140	0,98	4,29	130	2,00	18,44

T1158	0,26	54,6	140	1,64	11,07	130	3,36	48,13
T1159	0,72	54,6	140	1,38	8,04	130	2,91	36,88
T1160	0,76	54,6	140	0,55	1,48	130	1,22	7,33
T1161	0,74	54,6	140	0,32	0,55	130	0,82	3,50
T1162	0,76	54,6	140	0,78	2,79	130	1,19	7,05
T1163	0,08	54,6	140	1,07	5,02	130	1,68	13,35
T1164	0,76	54,6	140	2,34	21,56	130	3,87	62,60
T1165	0,97	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T1166	0,73	54,6	140	1,01	4,50	130	1,73	14,04
T1167	0,72	54,6	140	1,45	8,86	130	2,51	28,11
T1168	0,15	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T1169	0,20	54,6	140	0,88	3,49	130	1,50	10,82
T1170	0,60	54,6	140	0,95	4,05	130	1,62	12,48
T1171	0,76	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T1172	0,75	54,6	140	0,21	0,25	130	0,36	0,78
T1173	0,26	54,6	140	0,68	2,16	130	1,14	6,54
T1174	0,19	54,6	140	0,57	1,57	130	0,98	4,92
T1175	0,01	54,6	140	0,25	0,34	130	0,43	1,07
T1176	0,19	54,6	140	0,68	2,19	130	1,19	7,03
T1177	0,16	54,6	140	0,23	0,29	130	0,39	0,89
T1178	0,41	54,6	140	0,79	2,85	130	1,37	9,10
T1179	0,02	54,6	140	1,08	5,10	130	1,86	16,06
T1180	0,76	54,6	140	0,54	1,42	130	0,90	4,24
T1181	0,76	54,6	140	1,04	4,81	130	1,76	14,59
T1182	0,73	54,6	140	0,36	0,67	130	0,60	2,01
T1183	0,74	54,6	140	1,24	6,66	130	2,14	20,84
T1184	0,78	54,6	140	1,01	4,53	130	1,72	13,94
T1185	0,76	54,6	140	0,53	1,37	130	0,91	4,29
T1186	0,02	54,6	140	0,19	0,21	130	0,32	0,62
T1187	0,12	54,6	140	0,52	1,31	130	0,91	4,26
T1188	0,91	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T1189	0,52	54,6	140	1,93	15,04	130	3,29	46,29
T1190	115,03	54,6	140	1,51	9,61	130	2,58	29,47
T1191	234,29	54,6	140	1,83	13,70	130	3,13	42,17
T1192	83,30	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,43
T1193	0,82	54,6	140	0,20	0,23	130	0,34	0,71
T1194	0,94	54,6	140	0,73	2,46	130	1,24	7,59
T1195	0,75	54,6	140	0,97	4,24	130	1,66	13,05
T1196	0,75	54,6	140	1,31	7,38	130	2,24	22,74
T1197	0,77	54,6	140	0,61	1,76	130	1,04	5,46
T1198	0,73	54,6	140	1,92	14,88	130	3,30	46,51
T1199	0,04	54,6	140	2,21	19,31	130	3,79	60,12
T1200	0,88	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T1201	0,84	54,6	140	0,14	0,12	130	0,24	0,36
T1202	0,34	54,6	140	0,40	0,82	130	0,69	2,57
T1203	0,17	54,6	140	0,58	1,62	130	1,00	5,11
T1204	0,42	54,6	140	0,06	0,03	130	0,10	0,08
T1205	0,95	54,6	140	0,27	0,40	130	0,46	1,23
T1206	0,87	54,6	140	0,45	1,03	130	0,78	3,25
T1207	0,85	54,6	140	0,63	1,87	130	1,09	5,96
T1208	0,10	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T1209	0,15	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T1210	0,79	54,6	140	0,09	0,06	130	0,16	0,17
T1211	0,85	54,6	140	0,10	0,07	130	0,18	0,21
T1212	0,35	54,6	140	0,40	0,80	130	0,69	2,59
T1213	0,75	54,6	140	0,17	0,16	130	0,29	0,51
T1214	0,83	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T1215	0,09	54,6	140	0,36	0,67	130	0,63	2,16
T1216	0,69	54,6	140	0,46	1,05	130	0,79	3,29
T1217	0,58	54,6	140	0,13	0,10	130	0,20	0,27
T1218	0,09	54,6	140	0,08	0,05	130	0,16	0,16
T1219	0,07	54,6	140	1,10	5,31	130	1,90	16,82
T1220	0,76	54,6	140	0,97	4,21	130	1,68	13,40
T1221	0,83	54,6	140	0,57	1,55	130	0,98	4,95
T1222	0,78	54,6	140	0,46	1,04	130	0,79	3,32
T1223	0,65	54,6	140	0,71	2,36	130	1,23	7,51
T1224	0,49	54,6	140	0,63	1,89	130	1,09	6,00



T1225	0,70	54,6	140	0,58	1,62	130	1,00	5,12
T1226	0,18	54,6	140	0,53	1,37	130	0,91	4,30
T1227	0,39	54,6	140	0,48	1,14	130	0,82	3,55
T1228	0,72	54,6	140	0,44	0,97	130	0,75	3,01
T1229	0,59	54,6	140	0,35	0,63	130	0,59	1,93
T1230	0,71	54,6	140	0,32	0,55	130	0,55	1,71
T1231	0,20	54,6	140	0,19	0,21	130	0,33	0,67
T1232	0,67	54,6	140	0,10	0,07	130	0,18	0,22
T1233	0,05	54,6	140	0,25	0,35	130	0,44	1,13
T1234	0,71	54,6	140	0,10	0,06	130	0,18	0,21
T1235	0,73	54,6	140	0,11	0,07	130	0,18	0,21
T1236	0,22	54,6	140	0,02	0,00	130	0,02	0,00
T1237	0,15	54,6	140	0,14	0,12	130	0,26	0,43
T1238	0,01	54,6	140	0,39	0,77	130	0,67	2,42
T1239	0,51	54,6	140	0,54	1,41	130	0,93	4,45
T1240	0,87	54,6	140	0,87	3,47	130	1,51	10,96
T1241	0,16	54,6	140	0,56	1,54	130	0,97	4,83
T1242	0,86	54,6	140	0,31	0,49	130	0,56	1,73
T1243	0,82	54,6	140	0,16	0,14	130	0,30	0,54
T1244	0,99	54,6	140	0,16	0,15	130	0,29	0,52
T1245	0,18	54,6	140	0,34	0,61	130	0,58	1,86
T1246	0,27	54,6	140	0,63	1,88	130	1,07	5,83
T1247	0,27	54,6	140	0,90	3,67	130	1,56	11,59
T1248	0,27	54,6	140	0,74	2,56	130	1,28	8,03
T1249	0,27	54,6	140	0,58	1,63	130	1,00	5,08
T1250	0,15	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T1251	0,16	54,6	140	0,27	0,39	130	0,47	1,26
T1252	0,18	54,6	140	0,34	0,60	130	0,59	1,92
T1253	0,00	54,6	140	1,44	8,75	130	2,50	27,88
T1254	0,29	54,6	140	0,67	2,15	130	1,17	6,84
T1255	0,76	54,6	140	0,54	1,45	130	0,94	4,56
T1256	0,23	54,6	140	0,79	2,86	130	1,36	9,07
T1257	0,05	54,6	140	0,10	0,06	130	0,16	0,16
T1258	0,75	54,6	140	0,34	0,60	130	0,57	1,78
T1259	0,78	54,6	140	0,58	1,61	130	0,98	4,88
T1260	0,95	54,6	140	0,86	3,39	130	1,49	10,75
T1261	0,37	54,6	140	0,30	0,49	130	0,53	1,60
T1262	0,56	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T1263	0,52	54,6	140	0,25	0,35	130	0,44	1,13
T1264	0,79	54,6	140	0,63	1,88	130	1,09	5,95
T1265	0,98	54,6	140	1,42	8,50	130	2,46	26,96
T1266	0,44	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T1267	0,14	54,6	140	0,33	0,57	130	0,57	1,80
T1268	0,19	54,6	140	0,03	0,01	130	0,05	0,02
T1269	0,18	54,6	140	0,21	0,26	130	0,37	0,82
T1270	0,09	54,6	140	0,16	0,16	130	0,28	0,49
T1271	0,70	54,6	140	0,11	0,08	130	0,19	0,24
T1272	0,48	54,6	140	0,06	0,03	130	0,10	0,08
T1273	0,59	54,6	140	0,01	0,00	130	0,01	0,00
T1274	0,54	54,6	140	0,04	0,01	130	0,08	0,04
T1275	0,43	54,6	140	0,09	0,05	130	0,17	0,19
T1276	0,89	54,6	140	0,25	0,33	130	0,43	1,06
T1277	0,60	54,6	140	0,87	3,44	130	1,48	10,61
T1278	0,66	54,6	140	0,34	0,62	130	0,59	1,90
T1279	0,28	54,6	140	0,00	0,00	130	0,00	0,00
T1280	0,51	54,6	140	0,26	0,38	130	0,45	1,16
T1281	0,06	54,6	140	0,55	1,49	130	0,95	4,64
T1282	0,75	54,6	140	0,47	1,09	130	0,80	3,36
T1283	0,10	54,6	140	0,24	0,31	130	0,41	0,97
T1284	0,66	54,6	140	0,21	0,24	130	0,35	0,74
T1285	83,71	54,6	140	0,36	0,68	130	0,62	2,12
T1286	167,65	54,6	140	0,64	1,94	130	1,09	5,97
T1287	0,63	54,6	140	1,62	10,84	130	2,78	33,88
T1288	0,80	54,6	140	1,35	7,73	130	2,32	24,23
T1289	0,80	54,6	140	1,00	4,43	130	1,73	14,06
T1290	0,74	54,6	140	0,47	1,09	130	0,83	3,60
T1291	0,71	54,6	140	0,05	0,02	130	0,10	0,07

T1292	0,60	54,6	140	1,08	5,16	130	1,84	15,83
T1293	0,02	54,6	140	0,13	0,10	130	0,23	0,34
T1294	0,77	54,6	140	1,34	7,69	130	2,30	23,92
T1295	0,68	54,6	140	1,25	6,72	130	2,13	20,73
T1296	0,37	54,6	140	1,29	7,16	130	2,21	22,13
T1297	0,71	54,6	140	0,83	3,14	130	1,44	10,07
T1298	0,22	54,6	140	0,34	0,60	130	0,60	2,00
T1299	0,48	54,6	140	0,38	0,73	130	0,64	2,25
T1300	0,31	54,6	140	1,68	11,59	130	2,90	36,65
T1301	0,15	54,6	140	0,59	1,67	130	1,04	5,52
T1302	0,19	54,6	140	0,81	3,04	130	1,39	9,40
T1303	0,38	54,6	140	0,94	4,00	130	1,62	12,48
T1304	0,62	54,6	140	1,07	5,08	130	1,85	15,96
T1305	0,42	54,6	140	1,44	8,79	130	2,49	27,67
T1306	0,59	54,6	140	1,64	11,18	130	2,84	35,30
T1307	0,18	54,6	140	1,82	13,55	130	3,15	42,76
T1308	0,71	54,6	140	0,98	4,26	130	1,58	11,86
T1309	0,28	54,6	140	0,32	0,55	130	0,65	2,27
T1310	0,79	54,6	140	0,07	0,03	130	0,05	0,02
T1311	0,53	54,6	140	0,40	0,83	130	0,73	2,87
T1312	0,02	54,6	140	0,64	1,97	130	1,14	6,53
T1313	0,41	54,6	140	0,90	3,70	130	1,59	12,08
T1314	0,63	54,6	140	0,46	1,04	130	0,78	3,22
T1315	0,64	54,6	140	0,09	0,06	130	0,16	0,17
T1316	1,00	54,6	140	0,27	0,41	130	0,47	1,25
T1317	0,10	54,6	140	0,55	1,47	130	0,95	4,64
T1318	0,31	54,6	140	0,78	2,81	130	1,34	8,78
T1319	0,78	54,6	140	0,20	0,22	130	0,34	0,69
T1320	0,11	54,6	140	0,40	0,80	130	0,69	2,56
T1321	0,98	54,6	140	0,64	1,92	130	1,10	6,09
T1322	0,73	54,6	140	0,46	1,04	130	0,78	3,24
T1323	0,12	54,6	140	0,54	1,40	130	0,92	4,35
T1324	0,18	54,6	140	0,32	0,54	130	0,55	1,70
T1325	0,74	54,6	140	0,32	0,54	130	0,54	1,63
T1371	0,56	54,6	140	0,37	0,71	130	0,63	2,17
T1372	0,75	54,6	140	0,86	3,35	130	1,47	10,38
T1373	0,07	54,6	140	0,64	1,95	130	1,11	6,18
T1374	0,69	54,6	140	2,11	17,75	130	3,61	55,18
T1375	0,65	54,6	140	1,84	13,77	130	3,15	42,88
T1376	0,17	54,6	140	0,25	0,34	130	0,42	1,01
T1377	0,12	54,6	140	1,36	7,90	130	2,33	24,48
T1382	0,92	54,6	140	0,20	0,23	130	0,35	0,73
T1383	0,18	54,6	140	0,11	0,07	130	0,18	0,21
T1384	0,12	54,6	140	1,53	9,82	130	2,63	30,53
T1385	0,71	54,6	140	1,42	8,56	130	2,45	26,77
T1386	0,15	54,6	140	2,54	25,02	130	4,36	77,91
T1387	0,68	54,6	140	0,08	0,05	130	0,13	0,11
T1388	0,12	54,6	140	1,50	9,49	130	2,60	29,97
T1389	0,07	54,6	140	0,19	0,21	130	0,33	0,67
T1390	0,63	54,6	140	0,67	2,13	130	1,15	6,65
T1391	0,01	54,6	140	0,91	3,75	130	1,56	11,69
T1392	0,18	54,6	140	0,34	0,60	130	0,58	1,86
T1446	0,10	54,6	140	0,20	0,23	130	0,35	0,73
T1447	0,10	54,6	140	0,26	0,37	130	0,45	1,16
T1448	0,90	54,6	140	0,74	2,54	130	1,27	7,98
T1449	0,17	54,6	140	1,09	5,20	130	1,86	16,15
T1450	0,87	54,6	140	1,07	5,01	130	1,82	15,55
T1451	0,11	54,6	140	1,27	6,98	130	2,18	21,65
T1452	0,17	54,6	140	1,01	4,51	130	1,72	13,95
T1453	0,99	54,6	140	0,78	2,79	130	1,33	8,66
T1454	0,97	54,6	140	0,80	2,97	130	1,37	9,21
T1455	0,10	54,6	140	0,84	3,23	130	1,44	10,00
T1456	0,36	54,6	140	0,02	0,00	130	0,04	0,01
T1457	0,11	54,6	140	0,21	0,24	130	0,35	0,74
T1458	0,38	54,6	140	0,92	3,80	130	1,57	11,75
T1459	0,38	54,6	140	0,18	0,19	130	0,31	0,58
T1460	0,61	54,6	140	0,06	0,02	130	0,09	0,06

T1461	0,07	54,6	140	0,07	0,03	130	0,14	0,13
T1462	0,18	54,6	140	0,76	2,67	130	1,29	8,19
T1463	0,44	54,6	140	0,60	1,72	130	1,02	5,30
T1464	0,25	54,6	140	0,44	0,97	130	0,75	3,00
T1465	0,32	54,6	140	0,28	0,42	130	0,48	1,31
T1466	0,17	54,6	140	0,12	0,09	130	0,21	0,28
T1467	0,01	54,6	140	1,17	5,96	130	2,00	18,39
T1468	0,64	54,6	140	0,31	0,52	130	0,54	1,61
T1469	0,49	54,6	140	0,15	0,13	130	0,25	0,40
T1470	0,63	54,6	140	0,41	0,85	130	0,70	2,67
T1471	0,07	54,6	140	0,83	3,15	130	1,41	9,69
T1472	0,38	54,6	140	1,07	5,04	130	1,82	15,53
T1473	0,73	54,6	140	1,36	7,87	130	2,32	24,33
T1474	0,64	54,6	140	1,38	8,12	130	2,37	25,21
T1475	0,01	54,6	140	1,61	10,72	130	2,75	33,25
T1476	0,63	54,6	140	0,16	0,16	130	0,28	0,48
T1477	0,14	54,6	140	0,16	0,15	130	0,27	0,45
T1478	0,65	54,6	140	0,49	1,17	130	0,83	3,63
T1479	0,02	54,6	140	0,00	0,00	130	0,01	0,00
T1480	0,14	54,6	140	0,16	0,15	130	0,27	0,45
T1481	0,06	54,6	140	0,29	0,45	130	0,49	1,39
T1482	0,15	54,6	140	0,18	0,19	130	0,31	0,58
T1483	0,15	54,6	140	0,13	0,10	130	0,23	0,34
T1484	0,14	54,6	140	0,84	3,22	130	1,44	10,03
T1485	0,42	54,6	140	0,68	2,18	130	1,17	6,83
T1486	0,17	54,6	140	0,52	1,33	130	0,90	4,20
T1487	0,51	54,6	140	0,36	0,67	130	0,63	2,17
T1488	0,92	54,6	140	0,28	0,42	130	0,49	1,36
T1489	0,71	54,6	140	0,20	0,23	130	0,35	0,73
T1490	0,90	54,6	140	0,20	0,23	130	0,36	0,77
T1491	0,01	54,6	140	0,40	0,83	130	0,71	2,72
T1492	0,86	54,6	140	0,69	2,26	130	1,21	7,28
T1493	0,40	54,6	140	0,98	4,32	130	1,71	13,81
T1494	0,65	54,6	140	1,21	6,37	130	2,10	20,20
T1495	0,15	54,6	140	0,27	0,39	130	0,43	1,07
T1496	0,78	54,6	140	0,41	0,85	130	0,70	2,64
T1497	0,30	54,6	140	0,18	0,19	130	0,31	0,58
T1498	0,10	54,6	140	0,23	0,29	130	0,39	0,89
T1499	0,16	54,6	140	0,27	0,38	130	0,45	1,16
T1500	0,16	54,6	140	0,08	0,04	130	0,13	0,11
T1501	0,89	54,6	140	0,03	0,01	130	0,03	0,01
T1502	0,75	54,6	140	0,02	0,00	130	0,02	0,00
T1503	0,40	54,6	140	0,01	0,00	130	0,01	0,00
T1504	0,17	54,6	140	0,13	0,10	130	0,23	0,34
T1505	0,75	54,6	140	0,61	1,78	130	1,06	5,69
T1506	0,27	54,6	140	0,43	0,93	130	0,75	3,00
T1507	0,24	54,6	140	0,35	0,64	130	0,61	2,04
T1508	0,62	54,6	140	0,27	0,39	130	0,47	1,26
T1509	0,50	54,6	140	0,19	0,21	130	0,33	0,66
T1510	0,49	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T1511	0,20	54,6	140	0,11	0,07	130	0,18	0,21
T1512	0,20	54,6	140	0,11	0,07	130	0,18	0,21
T1513	0,15	54,6	140	0,19	0,21	130	0,32	0,62
T1514	0,50	54,6	140	0,42	0,89	130	0,71	2,71
T1515	0,14	54,6	140	0,58	1,64	130	1,00	5,14
T1516	0,15	54,6	140	1,03	4,72	130	1,76	14,57
T1517	0,10	54,6	140	0,29	0,45	130	0,49	1,36
T1518	0,81	54,6	140	0,10	0,06	130	0,18	0,21
T1519	0,17	54,6	140	0,50	1,21	130	0,86	3,85
T1520	0,14	54,6	140	0,19	0,21	130	0,32	0,62
T1521	0,19	54,6	140	1,43	8,65	130	2,44	26,73
T1522	0,19	54,6	140	0,19	0,21	130	0,32	0,62
T1523	0,21	54,6	140	0,19	0,21	130	0,32	0,62
T1524	0,97	54,6	140	0,31	0,51	130	0,53	1,58
T1525	0,04	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T1526	0,33	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T1527	0,18	54,6	140	0,09	0,05	130	0,16	0,17

T1528	0,14	54,6	140	0,18	0,19	130	0,32	0,62
T1529	0,71	54,6	140	0,24	0,32	130	0,41	0,98
T1530	0,79	54,6	140	0,27	0,41	130	0,49	1,35
T1531	0,79	54,6	140	0,21	0,24	130	0,34	0,71
T1532	0,71	54,6	140	0,53	1,35	130	0,90	4,23
T1533	0,00	54,6	140	0,49	1,20	130	0,85	3,78
T1534	0,46	54,6	140	0,58	1,61	130	1,00	5,06
T1535	0,39	54,6	140	0,73	2,47	130	1,26	7,78
T1536	0,44	54,6	140	1,20	6,22	130	2,08	19,83
T1537	0,49	54,6	140	1,33	7,53	130	2,30	23,89
T1538	0,10	54,6	140	1,95	15,38	130	3,39	48,91
T1539	0,36	54,6	140	2,11	17,79	130	3,67	56,66
T1540	0,09	54,6	140	1,25	6,70	130	2,16	21,32
T1541	0,12	54,6	140	0,32	0,53	130	0,54	1,66
T1542	0,19	54,6	140	0,43	0,92	130	0,73	2,88
T1543	0,23	54,6	140	0,54	1,41	130	0,92	4,42
T1544	0,22	54,6	140	0,69	2,22	130	1,18	6,99
T1545	0,55	54,6	140	0,78	2,79	130	1,34	8,84
T1546	0,14	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T1547	0,52	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T1548	0,40	54,6	140	4,84	82,52	130	8,27	255,28
T1549	0,91	54,6	140	1,22	6,44	130	2,08	19,90
T1550	0,70	54,6	140	0,86	3,37	130	1,49	10,68
T1551	0,12	54,6	140	0,13	0,10	130	0,22	0,31
T1552	0,15	54,6	140	0,30	0,49	130	0,53	1,56
T1553	0,66	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T1554	0,15	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,11
T1555	0,12	54,6	140	0,32	0,55	130	0,56	1,75
T1556	0,02	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T1557	0,22	54,6	140	0,19	0,21	130	0,32	0,62
T1558	0,23	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T1559	0,23	54,6	140	0,39	0,78	130	0,66	2,37
T1560	0,22	54,6	140	1,02	4,62	130	1,74	14,29
T1561	0,33	54,6	140	0,94	3,97	130	1,60	12,24
T1562	0,24	54,6	140	0,86	3,37	130	1,46	10,33
T1563	0,30	54,6	140	0,78	2,81	130	1,32	8,58
T1564	0,35	54,6	140	0,60	1,73	130	1,01	5,23
T1565	0,43	54,6	140	0,49	1,19	130	0,82	3,56
T1566	0,17	54,6	140	0,17	0,17	130	0,26	0,43
T1567	0,60	54,6	140	0,08	0,04	130	0,10	0,08
T1568	0,23	54,6	140	0,08	0,04	130	0,18	0,21
T1569	0,33	54,6	140	0,24	0,32	130	0,46	1,20
T1570	0,19	54,6	140	0,40	0,82	130	0,74	2,90
T1571	0,27	54,6	140	0,71	2,36	130	1,28	8,03
T1572	0,27	54,6	140	0,90	3,66	130	1,60	12,15
T1573	0,38	54,6	140	1,13	5,58	130	1,99	18,21
T1574	0,03	54,6	140	1,71	12,02	130	2,97	38,27
T1575	0,03	54,6	140	1,82	13,49	130	3,16	42,93
T1576	0,22	54,6	140	1,89	14,47	130	3,28	46,00
T1577	0,20	54,6	140	0,13	0,10	130	0,22	0,31
T1578	0,88	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T1579	0,12	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T1580	0,93	54,6	140	0,49	1,20	130	0,84	3,66
T1581	0,10	54,6	140	0,81	3,03	130	1,40	9,46
T1582	0,79	54,6	140	0,97	4,22	130	1,68	13,28
T1583	0,14	54,6	140	0,20	0,23	130	0,35	0,73
T1584	0,15	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T1585	0,72	54,6	140	0,01	0,00	130	0,02	0,00
T1586	0,10	54,6	140	0,03	0,01	130	0,05	0,02
T1587	0,67	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T1588	0,12	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,23
T1589	0,14	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T1590	0,38	54,6	140	0,31	0,51	130	0,53	1,55
T1591	0,15	54,6	140	0,09	0,05	130	0,16	0,17
T1592	0,51	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T1593	0,22	54,6	140	0,19	0,21	130	0,33	0,66
T1594	0,53	54,6	140	0,23	0,29	130	0,40	0,94

T1595	0,20	54,6	140	0,28	0,42	130	0,49	1,36
T1596	0,02	54,6	140	0,76	2,66	130	1,27	7,93
T1597	0,95	54,6	140	0,09	0,05	130	0,16	0,17
T1598	0,21	54,6	140	1,27	6,95	130	2,19	21,80
T1599	0,64	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T1600	0,59	54,6	140	1,52	9,67	130	2,62	30,45
T1601	0,91	54,6	140	1,36	7,87	130	2,34	24,70
T1602	0,73	54,6	140	1,14	5,67	130	1,96	17,80
T1603	0,11	54,6	140	1,60	10,58	130	2,74	33,00
T1604	0,96	54,6	140	0,68	2,17	130	1,19	7,06
T1605	0,43	54,6	140	0,19	0,21	130	0,32	0,62
T1606	0,22	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T1607	0,13	54,6	140	0,14	0,12	130	0,24	0,36
T1608	0,14	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T1609	0,16	54,6	140	0,97	4,20	130	1,66	13,08
T1610	0,26	54,6	140	0,89	3,58	130	1,52	11,11
T1611	0,14	54,6	140	0,81	3,01	130	1,38	9,29
T1612	0,24	54,6	140	0,32	0,54	130	0,54	1,63
T1613	0,34	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T1614	0,31	54,6	140	0,02	0,00	130	0,04	0,01
T1615	0,01	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,11
T1616	0,15	54,6	140	0,12	0,08	130	0,19	0,25
T1617	0,39	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T1618	0,55	54,6	140	0,13	0,10	130	0,22	0,31
T1619	150,12	54,6	140	0,31	0,52	130	0,53	1,57
T1620	0,14	54,6	140	0,32	0,54	130	0,54	1,63
T1621	0,74	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T1622	0,02	54,6	140	0,17	0,17	130	0,29	0,52
T1623	0,11	54,6	140	0,01	0,00	130	0,01	0,00
T1624	0,20	54,6	140	0,21	0,25	130	0,37	0,81
T1625	0,36	54,6	140	0,19	0,21	130	0,32	0,62
T1626	0,95	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T1627	0,19	54,6	140	1,20	6,28	130	2,07	19,69
T1628	0,20	54,6	140	1,52	9,72	130	2,61	30,23
T1629	0,14	54,6	140	0,21	0,25	130	0,36	0,77
T1630	0,12	54,6	140	0,13	0,10	130	0,22	0,31
T1631	0,85	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T1632	0,12	54,6	140	0,73	2,51	130	1,25	7,70
T1633	0,42	54,6	140	0,02	0,00	130	0,04	0,01
T1634	0,36	54,6	140	0,04	0,01	130	0,07	0,04
T1635	0,18	54,6	140	0,23	0,29	130	0,39	0,89
T1636	0,82	54,6	140	0,93	3,88	130	1,57	11,84
T1637	0,96	54,6	140	0,10	0,06	130	0,18	0,21
T1638	0,06	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T1639	0,26	54,6	140	0,05	0,02	130	0,09	0,06
T1640	0,14	54,6	140	0,07	0,03	130	0,12	0,10
T1641	0,66	54,6	140	0,13	0,10	130	0,22	0,31
T1642	0,70	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T1643	0,42	54,6	140	0,15	0,13	130	0,26	0,42
T1644	0,80	54,6	140	0,29	0,45	130	0,48	1,33
T1645	0,73	54,6	140	0,78	2,82	130	1,32	8,51
T1646	0,02	54,6	140	0,21	0,25	130	0,36	0,77
T1647	0,11	54,6	140	0,11	0,07	130	0,19	0,24
T1648	0,75	54,6	140	0,25	0,34	130	0,44	1,12
T1649	0,85	54,6	140	0,20	0,23	130	0,35	0,73
T1650	0,72	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T1651	0,25	54,6	140	0,04	0,01	130	0,07	0,04
T1652	0,02	54,6	140	0,16	0,15	130	0,28	0,48
T1653	0,20	54,6	140	0,12	0,09	130	0,23	0,35
T1654	0,69	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T1655	0,49	54,6	140	0,18	0,19	130	0,31	0,58
T1656	0,71	54,6	140	0,01	0,00	130	0,03	0,01
T1657	0,73	54,6	140	1,06	4,94	130	1,80	15,20
T1658	0,82	54,6	140	0,39	0,79	130	0,67	2,44
T1659	0,46	54,6	140	0,16	0,15	130	0,27	0,45
T1660	0,45	54,6	140	0,27	0,39	130	0,46	1,21
T1661	0,19	54,6	140	0,18	0,19	130	0,31	0,58

T1662	0,17	54,6	140	0,24	0,32	130	0,41	0,98
T1700	0,14	156,4	140	4,94	0,51	130	8,41	1,56
T1701	0,45	156,4	140	5,82	0,69	130	9,96	2,14
T1702	0,13	156,4	140	5,81	0,69	130	9,95	2,14
T1703	0,01	156,4	140	5,80	0,69	130	9,94	2,13
T1704	0,17	156,4	140	5,99	0,73	130	10,27	2,26
T1705	0,85	156,4	140	5,79	0,68	130	9,92	2,12
T1706	0,72	156,4	140	5,53	0,63	130	9,47	1,95
T1707	0,71	156,4	140	0,26	0,00	130	0,45	0,01
T1712	0,74	156,4	140	0,26	0,00	130	0,45	0,01
T1754	0,19	204,2	140	7,51	0,30	130	12,77	0,93
T1755	0,12	204,2	140	7,72	0,32	130	13,13	0,97
T1756	0,55	156,4	140	3,71	0,30	130	6,41	0,95
T1757	0,11	156,4	140	3,55	0,28	130	6,13	0,87
T1758	0,67	156,4	140	3,48	0,27	130	6,01	0,84
T1759	0,79	156,4	140	3,40	0,25	130	5,87	0,81
T1760	0,78	156,4	140	3,31	0,24	130	5,71	0,76
T1761	0,81	156,4	140	3,23	0,23	130	5,57	0,73
T1762	0,90	156,4	140	3,19	0,23	130	5,50	0,71
T1763	0,31	77,2	140	1,88	2,65	130	3,14	7,86
T1764	0,40	77,2	140	1,64	2,06	130	2,73	6,07
T1765	0,30	77,2	140	2,19	3,52	130	3,68	10,54
T1766	0,23	77,2	140	0,98	0,79	130	1,69	2,50
T1816	0,46	156,4	140	0,98	0,03	130	1,70	0,08
T1817	0,05	156,4	140	0,74	0,02	130	1,29	0,05
T1818	0,95	156,4	140	0,22	0,00	130	0,39	0,01
T1819	0,82	156,4	140	1,69	0,07	130	2,93	0,22
T1820	0,20	156,4	140	1,77	0,08	130	3,07	0,24
T1821	0,89	156,4	140	1,85	0,08	130	3,21	0,26
T1822	0,08	156,4	140	2,87	0,19	130	4,98	0,59
T1823	0,63	156,4	140	4,64	0,45	130	7,98	1,42
T1824	0,80	156,4	140	0,64	0,01	130	1,09	0,04
T1825	0,25	156,4	140	0,21	0,00	130	0,36	0,00
T1826	0,99	204,2	140	9,99	0,51	130	17,18	1,60
T1827	0,23	204,2	140	10,15	0,53	130	17,45	1,65
T1828	0,35	204,2	140	10,31	0,54	130	17,72	1,70
T1829	0,34	204,2	140	10,44	0,56	130	17,94	1,74
T1830	0,21	204,2	140	10,57	0,57	130	18,16	1,78
T1831	0,13	204,2	140	10,75	0,59	130	18,47	1,83
T1832	0,24	204,2	140	10,90	0,60	130	18,73	1,88
T1833	0,47	204,2	140	17,04	1,38	130	29,28	4,30
T1834	0,06	204,2	140	0,32	0,00	130	0,56	0,00
T1835	0,03	204,2	140	0,16	0,00	130	0,28	0,00
T1836	0,48	77,2	140	5,14	17,11	130	8,77	52,73
T1837	0,91	77,2	140	5,30	18,10	130	9,05	55,89
T1838	0,00	77,2	140	5,51	19,45	130	9,41	60,07
T1839	0,08	204,2	140	3,48	0,07	130	8,25	0,41
T1840	0,17	204,2	140	3,46	0,07	130	8,21	0,41
T1841	0,12	204,2	140	3,44	0,07	130	8,17	0,40
T1842	0,33	204,2	140	11,65	0,68	130	19,84	2,09
T1843	0,13	204,2	140	11,76	0,69	130	20,03	2,13
T1844	0,86	204,2	140	13,18	0,86	130	22,48	2,64
T1845	0,87	204,2	140	13,23	0,86	130	22,57	2,66
T1846	0,16	204,2	140	13,95	0,95	130	23,81	2,94
T1847	0,02	204,2	140	14,02	0,96	130	23,93	2,96
T1848	0,01	204,2	140	5,14	0,15	130	8,95	0,48
T1849	0,11	204,2	140	9,80	0,49	130	16,80	1,54
T1850	0,41	204,2	140	9,87	0,50	130	16,92	1,56
T1851	0,57	252,0	140	19,54	0,64	130	33,55	1,99
T1852	0,00	77,2	140	1,22	1,20	130	2,12	3,79
T1853	0,55	77,2	140	1,30	1,35	130	2,26	4,26
T1854	0,17	156,4	140	28,12	12,76	130	50,50	43,28
T1855	0,05	156,4	140	28,12	12,76	130	50,50	43,28
T1856	0,12	156,4	140	28,12	12,76	130	50,50	43,28
T1857	0,29	156,4	140	28,12	12,76	130	50,50	43,28
T1858	0,17	156,4	140	28,11	12,75	130	50,49	43,27
T1859	0,46	156,4	140	28,10	12,74	130	50,48	43,25

T1860	0,75	156,4	140	1,75	0,07	130	3,02	0,23
T1861	0,78	156,4	140	1,66	0,07	130	2,86	0,21
T1862	0,23	156,4	140	1,59	0,06	130	2,74	0,20
T1863	0,94	156,4	140	1,52	0,06	130	2,62	0,18
T1864	0,13	156,4	140	1,33	0,04	130	2,30	0,14
T1865	0,46	156,4	140	1,18	0,04	130	2,04	0,11
T1866	0,50	156,4	140	1,02	0,03	130	1,76	0,09
T1867	0,34	156,4	140	0,91	0,02	130	1,57	0,07
T1868	0,83	156,4	140	0,87	0,02	130	1,50	0,06
T1882	0,22	54,6	140	1,30	7,26	130	2,26	23,15
T1883	0,02	54,6	140	0,08	0,04	130	0,14	0,13
T1884	0,73	156,4	140	2,97	0,20	130	5,02	0,60
T1885	0,16	156,4	140	5,02	0,52	130	8,51	1,60
T1886	0,73	156,4	140	8,94	1,53	130	15,22	4,70
T1887	0,75	204,2	140	9,13	0,43	130	15,54	1,33
T1888	0,15	204,2	140	9,34	0,45	130	15,90	1,39
T1889	0,71	204,2	140	9,59	0,48	130	16,33	1,46
T1890	0,74	156,4	140	2,65	0,16	130	4,45	0,48
T1891	0,67	156,4	140	2,57	0,15	130	4,31	0,45
T1892	0,51	156,4	140	2,48	0,14	130	4,15	0,42
T1893	0,10	156,4	140	2,41	0,13	130	4,03	0,40
T1894	0,77	156,4	140	1,29	0,04	130	2,15	0,13
T1895	0,83	156,4	140	2,16	0,11	130	3,65	0,33
T1896	0,10	156,4	140	2,32	0,13	130	3,93	0,38
T1897	0,15	100,0	140	2,68	1,45	130	4,51	4,37
T1898	0,25	100,0	140	3,13	1,93	130	5,29	5,87
T1899	0,99	100,0	140	3,20	2,01	130	5,41	6,12
T1900	87,28	77,2	140	2,16	3,43	130	3,70	10,65
T1901	0,11	77,2	140	2,75	5,36	130	4,70	16,59
T1902	0,71	204,2	140	9,27	0,45	130	15,75	1,37
T1903	0,01	204,2	140	9,31	0,45	130	15,82	1,38
T1904	0,44	204,2	140	9,39	0,46	130	15,96	1,40
T1905	0,92	204,2	140	9,40	0,46	130	15,97	1,40
T1906	0,16	204,2	140	9,47	0,46	130	16,09	1,42
T1907	0,77	204,2	140	9,23	0,44	130	15,68	1,35
T1908	0,77	204,2	140	8,81	0,41	130	14,95	1,24
T1909	0,70	204,2	140	8,96	0,42	130	15,21	1,28
T1910	0,40	204,2	140	9,12	0,43	130	15,49	1,32
T1911	0,75	204,2	140	9,19	0,44	130	15,61	1,34
T1912	0,16	252,0	140	11,46	0,24	130	19,33	0,72
T1913	0,14	252,0	140	12,96	0,30	130	21,89	0,90
T1914	0,64	252,0	140	13,14	0,31	130	22,20	0,92
T1915	0,55	252,0	140	4,57	0,04	130	7,65	0,13
T1916	0,11	252,0	140	4,66	0,04	130	7,81	0,13
T1917	0,34	252,0	140	5,78	0,07	130	9,74	0,20
T1918	0,86	252,0	140	5,93	0,07	130	10,00	0,21
T1919	0,10	252,0	140	8,55	0,14	130	14,51	0,42
T1920	0,78	77,2	140	0,80	0,54	130	1,38	1,72
T1921	0,68	77,2	140	0,73	0,46	130	1,26	1,45
T1922	0,02	77,2	140	0,58	0,30	130	1,00	0,95
T1923	0,34	77,2	140	0,47	0,20	130	0,81	0,64
T1925	0,89	77,2	140	0,29	0,08	130	0,50	0,26
T1926	0,16	77,2	140	0,22	0,05	130	0,38	0,16
T1927	0,87	77,2	140	0,13	0,02	130	0,22	0,06
T1928	0,69	156,4	140	3,86	0,32	130	6,67	1,02
T1929	0,61	77,2	140	0,15	0,02	130	0,26	0,08
T1930	0,55	77,2	140	2,39	4,14	130	4,13	13,07
T1931	0,13	77,2	140	0,12	0,02	130	0,23	0,06
T1932	0,13	77,2	140	0,25	0,06	130	0,45	0,21
T1933	0,38	77,2	140	0,58	0,30	130	1,01	0,97
T1934	0,17	77,2	140	0,72	0,45	130	1,25	1,42
T1935	0,47	77,2	140	3,54	8,57	130	6,10	26,95
T1936	0,60	77,2	140	3,58	8,75	130	6,17	27,52
T1937	0,31	77,2	140	3,76	9,59	130	6,48	30,14
T1938	0,28	77,2	140	2,76	5,40	130	4,75	16,95
T1939	0,57	77,2	140	2,65	5,01	130	4,56	15,72
T1940	0,41	77,2	140	2,49	4,47	130	4,29	14,04

T1941	0,30	77,2	140	2,28	3,80	130	3,93	11,94
T1942	0,20	77,2	140	2,04	3,10	130	3,52	9,74
T1943	0,48	77,2	140	1,80	2,46	130	3,11	7,74
T1944	0,35	77,2	140	1,51	1,78	130	2,62	5,64
T1945	0,48	77,2	140	1,24	1,23	130	2,16	3,95
T1946	0,31	77,2	140	0,99	0,81	130	1,73	2,62
T1947	0,73	77,2	140	2,87	5,80	130	4,94	18,23
T1948	0,16	77,2	140	3,15	6,90	130	5,43	21,72
T1949	0,04	77,2	140	3,13	6,81	130	5,39	21,42
T1950	0,70	77,2	140	3,09	6,65	130	5,32	20,91
T1951	0,25	77,2	140	2,98	6,22	130	5,13	19,55
T1952	0,45	77,2	140	0,15	0,03	130	0,26	0,08
T1953	0,16	77,2	140	0,57	0,29	130	1,01	0,96
T1954	0,27	77,2	140	1,02	0,86	130	1,79	2,76
T1955	0,51	77,2	140	1,17	1,11	130	2,05	3,56
T1956	0,25	77,2	140	1,25	1,25	130	2,19	4,02
T1957	0,23	77,2	140	1,68	2,16	130	2,94	6,95
T1958	0,34	77,2	140	1,76	2,36	130	3,08	7,57
T1959	0,45	77,2	140	1,80	2,46	130	3,15	7,90
T1960	0,50	77,2	140	1,87	2,64	130	3,27	8,46
T1961	0,52	77,2	140	1,96	2,88	130	3,43	9,25
T1962	0,71	77,2	140	1,62	2,01	130	2,82	6,46
T1963	0,82	77,2	140	1,50	1,75	130	2,62	5,64
T1964	0,79	77,2	140	1,75	2,33	130	3,05	7,47
T1965	0,51	77,2	140	1,96	2,88	130	3,41	9,18
T1966	0,60	77,2	140	2,17	3,47	130	3,77	11,05
T1967	0,15	77,2	140	1,39	1,52	130	2,40	4,78
T1968	0,85	77,2	140	2,62	4,91	130	4,52	15,46
T1969	0,52	77,2	140	0,79	0,53	130	1,36	1,67
T1970	0,71	77,2	140	0,66	0,38	130	1,14	1,21
T1971	0,85	77,2	140	0,14	0,02	130	0,24	0,07
T1972	0,82	77,2	140	0,36	0,12	130	0,62	0,39
T1973	0,09	77,2	140	0,68	0,41	130	1,16	1,24
T1974	0,37	77,2	140	1,24	1,22	130	2,13	3,84
T1975	0,45	77,2	140	1,65	2,09	130	2,85	6,57
T1976	0,24	77,2	140	1,74	2,30	130	3,01	7,27
T1977	0,00	77,2	140	1,94	2,82	130	3,36	8,91
T1978	0,63	77,2	140	2,13	3,35	130	3,68	10,54
T1979	0,70	77,2	140	2,57	4,74	130	4,43	14,87
T1980	0,72	77,2	140	2,30	3,85	130	3,95	12,02
T1981	0,46	77,2	140	2,71	5,21	130	4,66	16,33
T1982	0,74	77,2	140	2,21	3,57	130	3,79	11,14
T1983	0,92	77,2	140	2,84	5,69	130	4,86	17,67
T1984	0,72	252,0	140	12,60	0,28	130	21,72	0,89
T1985	0,71	252,0	140	12,88	0,29	130	22,20	0,93
T1986	0,76	252,0	140	13,90	0,34	130	23,97	1,07
T1987	0,18	252,0	140	14,73	0,38	130	25,42	1,19
T1988	0,32	252,0	140	15,23	0,40	130	26,30	1,27
T1989	0,41	252,0	140	24,75	0,99	130	42,48	3,08
T1990	0,70	252,0	140	24,81	0,99	130	42,58	3,09
T1991	0,63	252,0	140	24,98	1,00	130	42,89	3,13
T1992	0,85	252,0	140	26,37	1,11	130	45,29	3,46
T1993	0,71	252,0	140	26,44	1,12	130	45,41	3,48
T1994	0,34	252,0	140	8,40	0,13	130	14,47	0,42
T1995	0,24	252,0	140	8,59	0,14	130	14,79	0,44
T1996	0,60	204,2	140	14,87	1,07	130	25,64	3,36
T1997	0,12	204,2	140	14,82	1,06	130	25,55	3,34
T1998	0,01	204,2	140	14,66	1,04	130	25,27	3,28
T1999	0,01	204,2	140	14,45	1,01	130	24,91	3,19
T2000	0,78	204,2	140	14,20	0,98	130	24,48	3,09
T2001	0,19	204,2	140	14,04	0,96	130	24,20	3,02
T2002	0,27	204,2	140	12,91	0,82	130	22,22	2,58
T2003	0,62	204,2	140	10,63	0,57	130	18,27	1,80
T2004	0,77	204,2	140	10,58	0,57	130	18,18	1,78
T2005	0,01	204,2	140	10,51	0,56	130	18,06	1,76
T2006	0,21	204,2	140	15,50	1,15	130	26,55	3,59
T2007	0,11	204,2	140	15,41	1,14	130	26,39	3,55



T2008	0,39	204,2	140	15,34	1,13	130	26,27	3,52
T2009	0,02	204,2	140	15,23	1,12	130	26,09	3,48
T2010	0,32	204,2	140	10,36	0,55	130	17,75	1,70
T2011	0,37	204,2	140	8,76	0,40	130	14,98	1,24
T2012	0,22	204,2	140	10,39	0,55	130	17,75	1,70
T2013	0,14	100,0	140	0,67	0,11	130	1,15	0,35
T2014	0,69	100,0	140	1,07	0,27	130	1,85	0,84
T2015	0,77	100,0	140	1,23	0,34	130	2,12	1,08
T2016	0,71	100,0	140	1,40	0,43	130	2,38	1,34
T2017	0,15	100,0	140	1,56	0,53	130	2,65	1,63
T2018	0,78	100,0	140	1,67	0,60	130	2,84	1,86
T2019	0,79	100,0	140	0,81	0,16	130	1,38	0,48
T2020	0,71	100,0	140	0,18	0,01	130	0,31	0,03
T2021	0,07	100,0	140	1,33	0,39	130	2,19	1,14
T2022	0,33	100,0	140	1,20	0,33	130	1,96	0,93
T2023	0,12	100,0	140	0,11	0,00	130	0,19	0,01
T2024	0,75	77,2	140	2,52	4,55	130	4,30	14,11
T2025	0,74	77,2	140	2,26	3,72	130	3,85	11,50
T2026	0,77	77,2	140	2,06	3,13	130	3,50	9,64
T2027	0,74	77,2	140	1,83	2,51	130	3,11	7,75
T2028	0,77	77,2	140	1,65	2,07	130	2,80	6,38
T2029	0,75	77,2	140	1,41	1,55	130	2,39	4,76
T2030	0,74	77,2	140	1,21	1,17	130	2,04	3,55
T2031	0,76	77,2	140	0,95	0,74	130	1,59	2,24
T2032	0,68	77,2	140	0,72	0,44	130	1,20	1,33
T2033	0,79	77,2	140	5,33	18,27	130	9,06	55,98
T2034	0,68	100,0	140	5,01	4,63	130	8,57	14,31
T2035	0,11	100,0	140	4,75	4,19	130	8,12	12,95
T2036	0,51	100,0	140	5,29	5,11	130	9,04	15,80
T2037	0,74	100,0	140	5,98	6,42	130	10,21	19,79
T2038	0,75	100,0	140	6,90	8,36	130	11,78	25,80
T2039	0,77	100,0	140	5,66	5,79	130	9,68	17,93
T2040	0,73	100,0	140	4,33	3,53	130	7,42	10,96
T2041	0,75	100,0	140	3,67	2,60	130	6,27	8,03
T2042	0,69	100,0	140	2,38	1,16	130	4,07	3,60
T2043	0,54	100,0	140	2,11	0,93	130	3,61	2,89
T2066	0,15	252,0	140	22,09	0,80	130	37,40	2,43
T2067	0,66	156,4	140	6,19	0,77	130	10,35	2,30
T2068	0,12	156,4	140	5,87	0,70	130	9,81	2,08
T2069	0,60	204,2	140	12,49	0,77	130	21,06	2,34
T2070	0,75	204,2	140	12,75	0,81	130	21,51	2,43
T2071	0,73	204,2	140	12,99	0,83	130	21,92	2,52
T2072	0,76	204,2	140	13,19	0,86	130	22,27	2,59
T2073	0,73	204,2	140	13,42	0,89	130	22,66	2,68
T2074	0,77	204,2	140	8,50	0,38	130	14,47	1,17
T2075	0,08	204,2	140	8,34	0,37	130	14,20	1,13
T2076	0,73	204,2	140	8,11	0,35	130	13,81	1,07
T2077	0,83	204,2	140	7,85	0,33	130	13,36	1,01
T2078	0,65	204,2	140	7,58	0,31	130	12,90	0,94
T2079	0,58	156,4	140	7,31	1,05	130	12,44	3,23
T2080	0,18	156,4	140	7,04	0,98	130	11,98	3,01
T2081	0,91	156,4	140	6,77	0,91	130	11,52	2,80
T2082	0,11	156,4	140	6,54	0,86	130	11,13	2,63
T2083	0,15	156,4	140	6,31	0,80	130	10,74	2,46
T2084	0,11	156,4	140	6,08	0,75	130	10,35	2,30
T2085	0,14	156,4	140	5,88	0,70	130	10,00	2,16
T2086	0,12	156,4	140	5,68	0,66	130	9,65	2,02
T2087	0,76	100,0	140	2,85	1,63	130	4,92	5,13
T2088	0,49	100,0	140	2,72	1,49	130	4,69	4,69
T2089	0,21	100,0	140	2,54	1,31	130	4,38	4,14
T2090	0,30	100,0	140	2,36	1,15	130	4,07	3,61
T2091	0,30	100,0	140	2,18	0,99	130	3,76	3,12
T2092	0,13	100,0	140	1,95	0,80	130	3,37	2,55
T2093	0,21	100,0	140	1,77	0,67	130	3,06	2,13
T2094	0,25	100,0	140	1,59	0,55	130	2,75	1,75
T2095	0,34	100,0	140	1,39	0,43	130	2,40	1,36
T2096	0,11	100,0	140	1,19	0,32	130	2,05	1,02
T2097	0,18	156,4	140	3,01	0,20	130	5,19	0,64

T2098	0,01	156,4	140	3,30	0,24	130	5,69	0,76
T2099	0,34	156,4	140	3,56	0,28	130	6,14	0,87
T2100	0,20	156,4	140	3,82	0,32	130	6,59	1,00
T2101	0,66	156,4	140	0,95	0,02	130	1,63	0,08
T2102	0,74	156,4	140	1,08	0,03	130	1,86	0,10
T2103	0,64	156,4	140	6,20	0,78	130	10,71	2,45
T2104	0,16	156,4	140	5,91	0,71	130	10,21	2,24
T2105	0,27	156,4	140	5,68	0,66	130	9,82	2,09
T2106	0,19	156,4	140	5,42	0,61	130	9,37	1,91
T2107	0,38	156,4	140	4,26	0,39	130	7,33	1,21
T2108	0,31	156,4	140	3,99	0,34	130	6,87	1,08
T2109	0,75	156,4	140	2,48	0,14	130	4,27	0,45
T2110	0,13	156,4	140	2,43	0,14	130	4,18	0,43
T2111	0,12	204,2	140	12,61	0,79	130	21,78	2,49
T2112	0,26	204,2	140	12,56	0,78	130	21,69	2,47
T2113	0,15	204,2	140	12,36	0,76	130	21,34	2,40
T2114	0,11	204,2	140	9,77	0,49	130	16,86	1,55
T2115	0,71	204,2	140	9,51	0,47	130	16,41	1,47
T2116	0,19	204,2	140	6,46	0,23	130	11,16	0,72
T2117	0,31	252,0	140	16,56	0,47	130	28,60	1,48
T2118	0,80	77,2	140	2,72	5,25	130	4,70	16,62
T2119	0,11	77,2	140	2,61	4,86	130	4,52	15,46
T2120	0,10	77,2	140	1,79	2,43	130	3,04	7,41
T2121	0,29	77,2	140	1,92	2,76	130	3,27	8,49
T2122	0,11	77,2	140	2,10	3,26	130	3,58	10,04
T2123	0,21	77,2	140	2,21	3,58	130	3,77	11,04
T2124	0,76	77,2	140	2,32	3,92	130	3,96	12,10
T2125	0,45	77,2	140	2,45	4,34	130	4,19	13,43
T2126	0,85	77,2	140	2,50	4,50	130	4,28	13,97
T2127	0,91	77,2	140	2,55	4,67	130	4,37	14,52
T2128	0,18	77,2	140	2,60	4,84	130	4,46	15,07
T2129	0,87	77,2	140	2,65	5,01	130	4,55	15,64
T2130	0,26	252,0	140	2,30	0,01	130	4,29	0,04
T2131	0,21	156,4	140	2,81	0,18	130	4,83	0,56
T2132	0,26	156,4	140	2,73	0,17	130	4,69	0,53
T2133	0,11	100,0	140	5,55	5,58	130	9,53	17,45
T2134	0,01	100,0	140	5,70	5,86	130	9,79	18,34
T2135	0,15	100,0	140	5,99	6,43	130	10,28	20,07
T2136	0,19	100,0	140	6,15	6,75	130	10,56	21,10
T2137	0,19	100,0	140	6,31	7,08	130	10,84	22,14
T2138	0,18	100,0	140	6,60	7,69	130	11,34	24,07
T2139	0,15	100,0	140	6,89	8,33	130	11,84	26,07
T2140	0,29	156,4	140	0,30	0,00	130	0,52	0,01
T2141	0,02	156,4	140	0,21	0,00	130	0,36	0,00
T2142	0,17	156,4	140	0,11	0,00	130	0,19	0,00
T2143	0,16	77,2	140	2,36	4,03	130	4,06	12,66
T2144	0,22	77,2	140	2,52	4,55	130	4,34	14,33
T2145	0,74	77,2	140	3,10	6,69	130	5,35	21,11
T2146	0,11	204,2	140	0,11	0,00	130	0,19	0,00
T2147	0,62	204,2	140	0,27	0,00	130	0,47	0,00
T2148	0,24	204,2	140	0,40	0,00	130	0,69	0,00
T2149	0,10	204,2	140	0,55	0,00	130	0,95	0,01
T2150	0,98	204,2	140	0,71	0,00	130	1,23	0,01
T2151	0,75	204,2	140	0,87	0,01	130	1,51	0,02
T2152	0,48	204,2	140	0,94	0,01	130	1,63	0,02
T2153	0,02	204,2	140	1,09	0,01	130	1,89	0,03
T2154	0,28	204,2	140	1,24	0,01	130	2,15	0,03
T2155	0,30	204,2	140	1,42	0,01	130	2,46	0,04
T2156	0,79	204,2	140	1,58	0,02	130	2,74	0,05
T2157	0,75	204,2	140	1,81	0,02	130	3,13	0,07
T2158	0,05	204,2	140	1,94	0,02	130	3,35	0,08
T2159	0,63	204,2	140	2,09	0,03	130	3,61	0,09
T2160	0,20	156,4	140	7,77	1,18	130	13,40	3,71
T2161	0,50	156,4	140	8,02	1,25	130	13,83	3,93
T2162	0,90	77,2	140	1,80	2,45	130	3,12	7,76
T2163	0,63	77,2	140	1,78	2,40	130	3,08	7,57

T2164	0,01	77,2	140	1,76	2,35	130	3,04	7,39
T2165	0,28	77,2	140	1,69	2,18	130	2,92	6,86
T2166	0,78	77,2	140	1,61	2,00	130	2,78	6,26
T2167	0,37	77,2	140	1,52	1,79	130	2,62	5,61
T2168	0,19	77,2	140	1,39	1,52	130	2,40	4,77
T2169	0,22	77,2	140	1,26	1,27	130	2,18	3,99
T2170	0,93	77,2	140	1,10	0,99	130	1,90	3,09
T2171	0,42	77,2	140	0,89	0,67	130	1,54	2,09
T2172	0,14	77,2	140	0,66	0,38	130	1,15	1,22
T2173	0,12	77,2	140	0,55	0,28	130	0,96	0,87
T2174	0,11	77,2	140	0,50	0,23	130	0,87	0,72
T2175	0,74	100,0	140	3,71	2,64	130	6,42	8,39
T2176	0,23	100,0	140	3,22	2,03	130	5,57	6,45
T2177	0,15	100,0	140	3,11	1,91	130	5,38	6,05
T2178	0,11	100,0	140	2,75	1,52	130	4,76	4,82
T2179	0,28	100,0	140	2,23	1,03	130	3,86	3,27
T2180	0,46	100,0	140	1,87	0,74	130	3,24	2,36
T2181	0,03	100,0	140	1,62	0,57	130	2,81	1,82
T2182	0,23	156,4	140	4,54	0,44	130	7,86	1,38
T2183	0,19	156,4	140	4,45	0,42	130	7,70	1,33
T2184	0,53	204,2	140	5,29	0,16	130	9,15	0,50
T2185	0,25	204,2	140	5,28	0,16	130	9,14	0,50
T2186	0,53	204,2	140	5,27	0,16	130	9,13	0,50
T2187	0,02	204,2	140	5,25	0,16	130	9,09	0,49
T2188	0,47	204,2	140	4,80	0,13	130	8,31	0,42
T2189	0,06	204,2	140	4,75	0,13	130	8,22	0,41
T2190	0,08	204,2	140	4,68	0,13	130	8,10	0,40
T2191	0,02	204,2	140	4,61	0,12	130	7,98	0,39
T2192	0,45	100,0	140	2,85	1,63	130	4,92	5,12
T2193	0,02	100,0	140	1,85	0,73	130	3,21	2,32
T2194	0,00	100,0	140	1,84	0,72	130	3,20	2,30
T2195	0,29	100,0	140	1,84	0,72	130	3,20	2,30
T2196	0,10	100,0	140	1,82	0,71	130	3,16	2,25
T2197	0,14	77,2	140	1,62	2,00	130	2,89	6,74
T2198	0,37	77,2	140	1,61	1,98	130	2,88	6,70
T2199	0,43	77,2	140	1,59	1,93	130	2,84	6,53
T2200	0,12	77,2	140	1,57	1,89	130	2,80	6,36
T2201	0,15	77,2	140	1,55	1,85	130	2,76	6,19
T2202	0,29	77,2	140	1,04	0,88	130	1,89	3,07
T2203	0,01	77,2	140	1,03	0,86	130	1,88	3,04
T2204	0,99	77,2	140	1,02	0,85	130	1,87	3,01
T2205	0,06	77,2	140	1,01	0,83	130	1,86	2,98
T2206	0,75	77,2	140	1,01	0,83	130	1,86	2,98
T2207	0,66	77,2	140	1,01	0,83	130	1,86	2,98
T2208	0,65	77,2	140	1,01	0,83	130	1,86	2,98
T2210	0,15	77,2	140	1,60	1,96	130	2,63	5,65
T2211	0,13	77,2	140	1,67	2,12	130	2,75	6,13
T2212	0,13	100,0	140	2,20	1,00	130	3,67	2,97
T2213	0,26	100,0	140	2,05	0,88	130	3,41	2,59
T2214	0,35	100,0	140	1,90	0,76	130	3,15	2,24
T2215	0,28	100,0	140	1,75	0,66	130	2,89	1,91
T2216	0,01	204,2	140	1,32	0,01	130	2,29	0,04
T2217	0,43	156,4	140	1,18	0,04	130	2,05	0,11
T2218	0,36	156,4	140	1,25	0,04	130	2,17	0,13
T2219	0,90	204,2	140	7,09	0,27	130	11,86	0,81
T2220	0,98	204,2	140	7,51	0,30	130	12,58	0,90
T2221	0,54	204,2	140	10,01	0,51	130	16,86	1,55
T2222	0,15	204,2	140	11,20	0,63	130	18,89	1,91
T2223	0,75	100,0	140	1,98	0,83	130	3,38	2,55
T2224	0,59	100,0	140	2,03	0,87	130	3,47	2,68
T2225	0,52	100,0	140	2,08	0,91	130	3,56	2,81

T2226	0,14	100,0	140	2,15	0,96	130	3,68	2,99
T2227	0,05	100,0	140	2,19	1,00	130	3,75	3,10
T2228	0,16	100,0	140	2,27	1,07	130	3,89	3,31
T2229	0,39	100,0	140	2,35	1,14	130	4,03	3,54
T2230	0,58	100,0	140	2,42	1,20	130	4,15	3,73
T2231	0,11	100,0	140	2,47	1,25	130	4,24	3,89
T2232	0,28	100,0	140	2,58	1,35	130	4,43	4,21
T2233	0,00	100,0	140	2,99	1,77	130	5,14	5,55
T2234	0,26	204,2	140	26,92	3,21	130	45,83	9,87
T2235	0,20	204,2	140	8,06	0,34	130	13,74	1,06
T2236	0,20	299,8	140	26,74	0,49	130	45,52	1,50
T2237	0,37	77,2	140	2,67	5,07	130	4,49	15,28
T2238	0,38	77,2	140	2,83	5,65	130	4,77	17,09
T2239	0,00	77,2	140	2,87	5,82	130	4,78	17,13
T2240	0,15	77,2	140	0,37	0,13	130	0,57	0,33
T2241	0,17	156,4	140	7,03	0,98	130	11,98	3,02
T2242	0,17	156,4	140	7,07	0,99	130	12,05	3,05
T2243	0,16	156,4	140	7,23	1,03	130	12,33	3,18
T2244	0,02	156,4	140	7,52	1,11	130	12,82	3,42
T2245	0,69	156,4	140	7,81	1,19	130	13,31	3,66
T2246	0,19	156,4	140	5,65	0,65	130	9,64	2,02
T2247	0,03	156,4	140	0,22	0,00	130	0,40	0,01
T2248	0,02	156,4	140	9,09	1,57	130	15,51	4,86
T2249	0,90	156,4	140	8,90	1,52	130	15,19	4,68
T2250	0,08	156,4	140	1,50	0,06	130	2,56	0,17
T2251	0,80	156,4	140	1,58	0,06	130	2,70	0,19
T2252	0,01	156,4	140	5,74	0,67	130	9,81	2,08
T2253	0,08	156,4	140	5,85	0,70	130	10,00	2,16
T2254	0,03	100,0	140	1,50	0,49	130	2,55	1,52
T2255	0,24	100,0	140	1,63	0,58	130	2,78	1,78
T2256	0,49	100,0	140	1,76	0,66	130	3,01	2,06
T2257	0,08	100,0	140	1,92	0,78	130	3,28	2,42
T2258	0,16	156,4	140	4,40	0,41	130	7,49	1,26
T2259	0,04	156,4	140	4,53	0,43	130	7,71	1,33
T2260	0,23	156,4	140	3,87	0,32	130	6,56	0,99
T2261	0,71	156,4	140	4,03	0,35	130	6,84	1,07
T2262	0,52	77,2	140	0,26	0,07	130	0,44	0,21
T2263	0,48	77,2	140	0,13	0,02	130	0,22	0,06
T2264	0,31	252,0	140	18,62	0,58	130	31,73	1,79
T2265	0,30	252,0	140	18,85	0,60	130	32,12	1,83
3	20,00	600,0	140	5,81	0,00	130	9,86	0,00
8	144,75	600,0	140	183,5	0,59	130	312,07	1,69
9	116,51	600,0	140	2,12	0,00	130	4,01	0,00
11	120,20	600,0	140	28,12	0,02	130	50,50	0,06
12	310,92	600,0	140	3,17	0,00	130	6,32	0,00
10	6,15	54,6	140	9,52	288,83	130	16,37	905,11
13	3,54	54,6	140	3,09	35,95	130	5,06	102,69
14	4,02	54,6	140	6,04	124,45	130	10,25	379,92
1	7,20	54,6	140	2,43	22,97	130	4,21	73,19
2	5,53	54,6	140	2,79	29,77	130	4,80	93,28
4	3,95	54,6	140	3,25	39,61	130	5,58	123,31
5	70,35	54,6	140	1,14	5,69	130	1,98	18,12