

**Victor Sá Freire Fusco**

**Componentes de Software com  
Suporte a Fluxo de Dados**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA**  
Programa de Pós-graduação em Informática

Rio de Janeiro  
Abril de 2012

**Victor Sá Freire Fusco**

## **Componentes de Software com Suporte a Fluxo de Dados**

### **Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Informática do Departamento de Informática do Centro Técnico Científico da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Informática.

Orientador: Prof. Renato Fontoura de Gusmão Cerqueira

Rio de Janeiro  
Abril de 2012

**Victor Sá Freire Fusco**

## **Componentes de Software com Suporte a Fluxo de Dados**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Informática do Departamento de Informática do Centro Técnico Científico da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Informática. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Renato Fontoura de Gusmão Cerqueira**

Orientador

Departamento de Informática — PUC-Rio

**Prof. Noemi de La Rocque Rodriguez**

Departamento de Informática — PUC-Rio

**Prof. Antônio Tadeu Azevedo Gomes**

Coordenação de Ciência da Computação — LNCC

**Prof. José Eugenio Leal**

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico — PUC-Rio

Rio de Janeiro, 27 de Abril de 2012

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

### **Victor Sá Freire Fusco**

Graduou-se em Engenharia da Computação pela PUC-Rio. É pesquisador do laboratório Tecnologia em Computação Gráfica (Tecgraf) da PUC-Rio desde 2008, onde trabalhou no desenvolvimento de aplicações e arcabouços na área de Sistemas Distribuídos.

#### Ficha Catalográfica

Fusco, Victor Sá Freire

Componentes de software com suporte a fluxo de dados / Victor Sá Freire Fusco; orientador: Renato Fontoura de Gusmão Cerqueira. — Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Informática, 2012.

v., 83 f: il. (color.) ; 29,7 cm

1. Dissertação (mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Informática.

Inclui referências bibliográficas.

1. Informática – Tese. 2. Componentes. 3. Programação baseada em componentes. 4. Middleware. 5. Sistemas distribuídos. 6. Fluxo de Dados. I. Cerqueira, Renato Fontoura de Gusmão. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Informática. III. Título.

CDD: 004

## Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Angela e Mozart, à minha família, e a todos os meus amigos por me apoiarem e incentivarem durante toda a minha vida.

Agradeço à Mariana pelo companheirismo e por alegrar os meus dias.

Aos companheiros de estudos e trabalhos, Cadu, Hugo, Amadeu e Capitão, obrigado pelo companheirismo, sugestões, críticas, auxílios, e risadas.

Ao Renato Cerqueira e Carlos Cassino, obrigado por confiarem no meu trabalho e me proporcionarem esta oportunidade.

Agradeço a PUC-Rio pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

Obrigado.

## Resumo

Fusco, Victor Sá Freire; Cerqueira, Renato Fontoura de Gusmão. **Componentes de Software com Suporte a Fluxo de Dados**. Rio de Janeiro, 2012. 83p. Dissertação de Mestrado — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

O desenvolvimento baseado em componentes é um tópico que tem atraído bastante atenção nos últimos anos. Esta técnica permite a construção de sistemas de software complexos de forma rápida e estruturada. Diversos modelos de componentes já foram propostos pela indústria e pela academia. Dentro destes, aqueles que oferecem suporte à comunicação distribuída geralmente interagem através de Chamadas Remotas de Procedimentos. Dos modelos pesquisados, apenas o CORBA Component Model possui uma especificação em andamento para o suporte à comunicação através de fluxos de dados. Esse suporte se mostra de grande relevância em sistemas que precisam lidar com dados de sensores e com transmissão de áudio e vídeo. O objetivo principal deste trabalho é apresentar uma arquitetura que permita a implementação de aplicações com suporte a fluxo de dados no middleware Software Component System (SCS). Para tal, o modelo de componentes do SCS foi estendido para oferecer portas de fluxos de dados. Como avaliação, este trabalho apresenta alguns resultados experimentais de desempenho e escalabilidade, assim como uma aplicação que exercita as necessidades do executor de fluxos de algoritmos do CSBase, um framework utilizado no desenvolvimento de sistemas para computação em grade.

## Palavras-chave

Componentes; Programação baseada em componentes; Middleware; Sistemas distribuídos; Fluxo de Dados;

## Abstract

Fusco, Victor Sá Freire; Cerqueira, Renato Fontoura de Gusmão (Advisor). **Software Components with Support for Data Streams**. Rio de Janeiro, 2012. 83p. MSc. Dissertation — Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Component-based software development is a topic that has attracted attention in recent years. This technique allows the construction of complex software systems in a quick and structured way. Several component models have been proposed by the industry and the academy. The majority of these component models adopt Remote Procedure Calls as their basic communication mechanism. The CORBA Component Model is the only one from the surveyed models that has a work in progress to support communication over data streams. This support proves to be of great importance in systems that must deal with data from sensors and systems that deal with audio and video transmission. The main goal of this work is to propose an architecture that enables the middleware Software Component System (SCS) to support applications that require data streaming. To this end, the SCS component model was extended to support stream ports. As evaluation, this work presents some experimental results of performance and scalability, as well as an application that exercises the needs of the CSBase's algorithm flow executor, a framework used to build systems for grid computing.

## Keywords

Component; Component-based programming; Middleware; Distributed systems; Streams;

# Sumário

1	Introdução	<b>11</b>
1.1	Objetivos e Contribuições	13
1.2	Estrutura do Documento	14
2	Trabalhos Relacionados	<b>15</b>
2.1	<i>Streams for CCM</i>	15
2.2	<i>OMG Audio / Video Stream Specification</i>	19
2.3	<i>Self-organizing Distribution Structures for Streaming Media</i>	21
2.4	Considerações Finais	23
3	Conceitos Básicos	<b>25</b>
3.1	Modelo de Componentes SCS	25
3.2	Conectores de Fluxo de Dados	31
3.3	Considerações Finais	35
4	SCS com Suporte a Fluxo de Dados	<b>36</b>
4.1	Funcionalidades, Requisitos e Diretivas	36
4.2	O Modelo Estendido	38
4.3	A Implementação	42
4.4	Exemplo de Uso	52
4.5	Considerações Finais	56
5	Avaliação	<b>59</b>
5.1	Um Executor de Fluxo de Algoritmos	59
5.2	Análise de Desempenho	65
5.3	Considerações Finais	68
6	Conclusões	<b>70</b>
7	Referências Bibliográficas	<b>73</b>
A	Listagem de Códigos	<b>78</b>
A.1	IDL do SCS-STREAMS consolidada	78
A.2	Código gerado pela aplicação de implantação	81

## Lista de figuras

2.1	O meta-modelo de um CCM StreamComponent	17
2.2	O meta-modelo do CCM StreamType	18
2.3	Arquitetura da OMG <i>Audio/Video Stream Specification</i> .	20
2.4	Uma configuração de fluxo básica.	21
2.5	Conexões heterogêneas.	22
3.1	Exemplo de Componentes SCS	26
3.2	<i>ExecutionNode</i> e <i>Container</i> .	30
3.3	<i>ExecutionNode</i> , <i>Container</i> e <i>Repository</i> .	31
4.1	Meta-modelo do SCS com conectores de fluxo de dados	39
4.2	Exemplo de componentes SCS conectados	41
4.3	Arquitetura do <i>SCS-Streams</i>	44
4.4	Sequência de passos para estabelecimento de uma conexão	46
4.5	Máquina de estados de uma conexão no conector <i>ISink</i> .	47
4.6	Máquina de estados de uma conexão no conector <i>ISource</i> .	47
4.7	Separação das <i>threads</i> em cada modelo de execução.	52
5.1	Cenário ilustrando as entidades envolvidas em uma execução de fluxo de algoritmos.	60
5.2	Alocação de componentes por máquina.	60
5.3	Comparação das taxas de transferências obtidas.	67
5.4	Utilização média da CPU do processo produtor nos dois modelos de execução.	68

## Lista de tabelas

5.1	Configuração das máquinas.	66
-----	----------------------------	----

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”*

**Charles Chaplin (1889–1977)**