

Aurélio José Pelozato da Rosa

**O EMPREGO DA REALIDADE VIRTUAL NO TREINAMENTO  
POLICIAL PARA O ENFRENTAMENTO DE CRIMINOSOS  
COM ÊNFASE NOS CHAMADOS ENCONTROS MORTAIS:  
UMA ABORDAGEM BASEADA NA TEORIA GERAL DE  
SISTEMAS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Orientador: Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.

Coorientador: Prof. Silvio Serafim da Luz Filho, Dr.

Florianópolis-SC  
2014

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor  
por meio do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Rosa, Aurélio José Pelozato da

O emprego da realidade virtual no treinamento policial para o enfrentamento de criminosos com ênfase nos chamados encontros mortais. Uma abordagem baseada na Teoria Geral de Sistemas / Aurélio José Pelozato da Rosa ; orientador, João Bosco da Mota Alves ; coorientador, Silvio Serafim da Luz Filho. - Florianópolis, SC, 2014.

88 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Inclui referências

1. Engenharia e Gestão do Conhecimento. 2. Treinamento policial . 3. Encontros Mortais. 4. Realidade Virtual. 5. Teoria Geral de Sistemas. I. Alves, João Bosco da Mota. II. Luz Filho, Silvio Serafim da. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. IV. Título.

Aurélio José Pelozato da Rosa

**O EMPREGO DA REALIDADE VIRTUAL NO TREINAMENTO  
POLICIAL PARA O ENFRENTAMENTO DE CRIMINOSOS  
COM ÊNFASE NOS CHAMADOS ENCONTROS MORTAIS:  
UMA ABORDAGEM BASEADA NA TEORIA GERAL DE  
SISTEMAS**

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento, especialidade em Engenharia e Gestão do Conhecimento, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 19 de fevereiro de 2014.

---

Prof. Gregório Jean Varvakis Rados, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca examinadora:**

---

Prof. João Bosco da Mota Alves, Dr.  
Universidade Federal da Santa Catarina  
Orientador

---

Profª. Gertrudes Aparecida Dandolini, Dra.  
PPEGC – UFSC

---

Prof. Vinicius Kern Medina, Dr.  
PPEGC – UFSC

---

Prof. José Luiz Gonçalves da Silveira, PHD  
IES - PMSC



Dedico este trabalho à minha esposa Simone (*in memoriam*), espírito de luz que tão rápido se foi e que muita saudade deixou e às filhas Gabriela e Betina, estrelas caídas do céu que brilham meu caminho, que nenhum mau lhes atinja e que todos os exércitos do bem às protejam, eu estarei à frente deles.

*Saudade é o amor que fica!*  
(Rogério Brandão – Oncologista)



## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. João Bosco da Mota Alves - Dr.

O que dizer deste paraense que faz da amizade e do respeito às pessoas a sua maior filosofia de vida? O que dizer de um professor reconhecido e respeitado que deixa sua sala de aula na Universidade Federal de Santa Catarina para atender ao pedido para melhorar a formação dos Policiais Militares catarinenses na tentativa de salvar vidas? Não vou me arriscar tentando escolher palavras, Prof. Bosco, deixo apenas meu muito-obrigado e o de toda a PMSC.

Ao amigo e mestre Luciano Antônio Costa, colega de turma, pelo apoio, companheirismo e disponibilidade em sempre me socorrer nos momentos de dificuldades durante estes dois anos de mestrado. Pessoas especiais como você, amigas e solidárias, são raras em dias onde a crueldade do ‘bicho gente’, chamado animal racional, perdeu a medida.

À Djenane Mezetti do Nascimento, que se afastou do Mestrado EGC interrompendo sua trajetória acadêmica, mas que voltará em breve, com a mesma dedicação e força que a faz especial.

Aos professores. Gertrudes Aparecida Dandolini - Dra. e Vinicius Kern Medina - Dr., que acompanharam este trabalho desde as primeiras aulas no EGC. Quando no futuro olharem para a PMSC, saibam que contribuíram para melhorar a qualificação dos profissionais desta corporação, os quais doam suas vidas para defender ‘estranhos’.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento pelo compartilhamento do conhecimento e por abrirem as portas do ‘mundo acadêmico’ a um simples servidor público Policial Militar catarinense, sem preconceitos ou “ranços” que remontam épocas passadas, de uma história que não mancha a farda ou o que representa ser um Policial Militar catarinense, o mais verdadeiro defensor da vida, guardião da democracia, dos direitos e da dignidade da pessoa humana.

Especial agradecimento às minhas filhas Gabriela e Betina, por cuidarem de mim nestes últimos anos.

Por fim, não se trata de um agradecimento, mas de uma lembrança àqueles desonestos, invejosos, corruptos, criminosos, gente da pior espécie e do pior caráter que, como ‘aves agourentas’, circularam pelos arredores. Perderam tempo de suas pouco virtuosas vidas, pois apenas fortaleceram meu espírito e caráter. Perderam!





“Quando me perguntam como estou? -  
respondo que estou muito bem!,  
preservando e cuidando dos verdadeiros  
amigos.”



ROSA, Aurélio José Pelozato da. **O Emprego da realidade virtual no treinamento policial, com ênfase no chamados encontros mortais. Uma abordagem baseada na Teoria geral de Sistemas.** 2014. 88 fs. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) – Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, UFSC, Florianópolis, 2014.

## **RESUMO**

Este trabalho discorre sobre as possibilidades da realidade virtual no treinamento policial, com ênfase nos chamados encontros mortais. A formação e o treinamento de policiais militares em Santa Catarina, como todo processo educacional, está imersa em uma realidade afetada pelas tecnologias de informação e comunicação (TICs). Não obstante a velocidade da evolução das TICs e a oferta de produtos cada vez mais modernos e de alta complexidade tecnológica, que permitem reproduzir situações enfrentadas no cotidiano do exercício da profissão, a formação e o treinamento do policial militar ainda é afetada negativamente pela exclusão digital e pela dificuldade na identificação dos recursos de TICs adequados para o efetivo treinamento. Realiza uma abordagem baseada na Teoria Geral de Sistemas, propondo um sistema de ensino-aprendizagem que inclui conceitos e tecnologias da realidade virtual, alinhados a técnicas policiais testadas, como a pirâmide de emprego da força, somadas às experiências vividas pelos profissionais responsáveis pela preservação da ordem pública. O sistema resultante permite exercícios de aprendizagem em ambientes virtuais controlados, imerso em um mundo virtual que possibilita simular situações enfrentadas pelos policiais militares, durante o atendimento de ocorrências de alto e altíssimo risco, indicando a possível redução do número de policiais militares mortos em confrontos com criminosos, os encontros mortais, mesmo diante da crescente violência dos criminosos e do progressivo aumento da criminalidade.

**Palavras-chave:** Realidade Virtual. Tecnologias de Informação e Comunicação. Teoria Geral de Sistemas. Treinamento Policial. Encontros Mortais. Emprego da Força.



ROSA, Aurélio José Pelozato da. **The employment of the police training virtual reality, with an emphasis on so-called deadly encounters. One based on general systems theory approach.** 2014. 88 fs. Dissertation (Masters in Engineering and Knowledge Management) - Graduate Program in Engineering and Knowledge Management, UFSC, Florianópolis, 2014

### **ABSTRACT**

This paper discusses the possibilities of virtual reality in police training, with emphasis on so-called deadly encounters. The education and training of military police in Santa Catarina, as every educational process, is immersed in an affected by information and communication technologies (ICTs) reality. Despite the speed of evolution of ICT and the provision of increasingly modern and high- technology complexity, allowing play situations encountered in daily practice of the profession, the education and training of military police is still negatively affected by the digital divide and the difficulty in identifying appropriate ICT resources for effective training. Performs an operation based on General Systems Theory approach, proposing a system of teaching and learning which includes concepts and virtual reality technologies, aligned tested policing techniques such as the Pyramid of the use of force, added to the experience of professionals responsible for the preservation of public order. The resulting system allows for learning exercises, immersed in a virtual world controlled virtual environments thus simulating situations faced by military police during the service of occurrences of high and very high risk, indicating a possible reduction in the number of military personnel killed in clashes with police criminals, deadly encounters, despite the growing violence of criminals and the progressive increase in crime.

**Keywords:** Virtual Reality. Information and Communication Technologies. General Systems Theory. Police Training. Deadly Dating. Employment of the Force.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Eixos Articuladores da MCN .....	34
Figura 2 - Áreas Temáticas da MCN .....	35
Figura 3 - Acoplamento estrutural sistema-ambiente .....	43
Figura 4 – Sensorama .....	45
Figura 5 – CAD ( <i>Computer Aided Design</i> ) – Sketchpad .....	46
Figura 6 – Head Mounted Display usado por Donald Vickers .....	47
Figura 7 – Renderização .....	48
Figura 8 – ENIAC .....	50
Figura 9 – Distribuição da realidade virtual e da realidade aumentada .....	51
Figura 10 - Fotografia de militar americano simulando salto de paraquedas .....	53
Figura 11 - Fotografia de um policial militar catarinense utilizando o simulador de tiro policial .....	56
Figura 12 - Unidade Itinerante de Simulador Virtual de Tiro .....	57
Figura 13 – Fotografia de ofuscamento causado pelo sol - Efeito Glare .....	59
Figura 14 - CAVE da Universidade de São Paulo (USP) .....	60
Figura 15 - Pirâmide de emprego da força da PMSC .....	64
Figura 16 - Sistema cibernético de realimentação ( <i>feedback</i> ) .....	67
Figura 17 - Sistema cibernético de realimentação (Sistema de Ensino/Treinamento PMSC) .....	68
Figura 18 - Sistema cibernético de realimentação com a inserção da RV (Sistema de Ensino/Treinamento PMSC) .....	70





## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AGU – Advocacia Geral da União  
CRFB – Constituição da República Federativa do Brasil  
EAD – Educação a Distância  
ENIAC – Electronic Numerical Integrator and Computer  
IA – Inteligência Artificial  
IGPM – Inspetoria Geral das Polícias Militares  
MCN – Matriz Curricular Nacional  
MIT – Massachusetts Institute of Technology  
MJ – Ministério da Justiça  
NGE – Normas Gerais de Ensino  
OPM – Organização Policial Militar  
PM – Policial Militar  
PMSC – Polícia Militar de Santa Catarina  
RA – Realidade Aumentada  
RV – Realidade Virtual  
SENASP – Secretaria Nacional de Segurança Pública  
SSRAU – Segurança, Surpresa, Rapidez, Ação Vigorosa e Unidade de Comando  
TDC – Tecnologias de Comunicação Digital  
TGS – Teoria Geral de Sistemas  
TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina  
USB – Universal Serial Bus



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>21</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	21
1.2	OBJETIVOS .....	22
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>22</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>22</b>
1.3	ESCOPO .....	23
1.4	JUSTIFICATIVA .....	23
1.5	ADERÊNCIA AO OBJETO DE PESQUISA DO PROGRAMA .....	25
1.6	ABORDAGEM METODOLÓGICA .....	26
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	27
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>29</b>
2.1	A ESTRUTURA DO SISTEMA DE ENSINO DA PMSC .....	29
<b>2.1.1</b>	<b>Histórico e missão da Polícia Militar de Santa Catarina</b> .....	<b>29</b>
<b>2.1.2</b>	<b>O ingresso e a formação na Polícia Militar de Santa Catarina</b> .....	<b>32</b>
2.2	TEORIA GERAL DE SISTEMAS (TGS) .....	36
2.3	REALIDADE VIRTUAL (rv) .....	44
<b>2.3.1</b>	<b>Surgimento da realidade virtual</b> .....	<b>44</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Desenvolvimento e definição da RV</b> .....	<b>47</b>
<b>2.3.3</b>	<b>O treinamento de policiais militares Santa Catarina com o uso da realidade virtual</b> .....	<b>52</b>
<b>3</b>	<b>PROPOSTA DE TREINAMENTO COM RV E SUA ANÁLISE</b> .....	<b>55</b>
3.1	Possibilidade de aperfeiçoamento da realidade virtual em treinamentos para Polícia Militar de Santa Catarina .....	57
<b>3.1.1</b>	<b>Realismo de movimento</b> .....	<b>57</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Aperfeiçoamento gráfico</b> .....	<b>58</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Aperfeiçoamento da imersão</b> .....	<b>59</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Aperfeiçoamento na interação/sensação</b> .....	<b>60</b>
<b>3.1.5</b>	<b>Aperfeiçoamento na Inteligência Artificial (IA)</b> .....	<b>61</b>
<b>3.1.6</b>	<b>Aperfeiçoamento na portabilidade do treinamento em realidade virtual</b> .....	<b>62</b>

3.2	Análise de ocorrências que resultaram policiais militares mortos e feridos .....	62
3.3	UM SISTEMA DE ENSINO/APRENDIZAGEM NA POLÍCIA MILITAR.....	66
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>73</b>
4.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	73
4.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	74
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>75</b>
	<b>ANEXO A .....</b>	<b>83</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O exercício diário da atividade profissional dos PMs se caracteriza pela atuação preventiva e pró-ativa, baseada nos princípios e nos conceitos de Direitos Humanos de polícia de proximidade, de contato, de resolução de problemas, de mediação de conflitos e em doutrina amplamente difundida pela filosofia de Polícia Comunitária.

O crescente aumento da criminalidade e da violência no Brasil retrata uma realidade social preocupante e perversa, um quadro desafiador para os profissionais responsáveis pela preservação da ordem pública, os Policiais Militares (PMs).

Vinte e quatro horas por dia, em todos os trezentos e sessenta e cinco dias do ano, dia útil ou feriado, faça chuva ou sol, calor ou frio, os profissionais de segurança estão próximos do cidadão, cumprindo sua missão maior, a defesa da vida. Esse contato aproximado com os cidadãos faz do PM guardião e promotor dos Direitos Humanos e, dessa forma, responsável pela preservação da dignidade da pessoa humana e pela promoção de uma cultura de paz social, sustentáculo da democracia.

Observando-se mudanças registradas na realidade social, decorrentes de um contexto de inclusão das Tecnologias de Comunicação Digital (TCD), verifica-se necessárias transformações nos métodos de ensino e aprendizagem das técnicas de atuação dos PMs.

A fim de compreender melhor as implicações das mudanças sociais e intelectuais experimentadas no século XXI no treinamento dos PMs, este trabalho propõe um estudo sobre o funcionamento do sistema de treinamento adotado pela Polícia Militar de Santa Catarina (PMSC), em especial das Técnicas de Polícia Ostensiva, sob a ótica e com uma abordagem baseada na Teoria Geral de Sistemas (TGS).

Propõe-se, ainda, contemplar a realidade virtual (RV) no treinamento do PM para o enfrentamento de criminosos nos chamados encontros mortais. Rosa et al. (2012), define a expressão encontro mortal como uma situação ou um evento de alto ou altíssimo risco, em que a resultante do confronto é a morte de um dos envolvidos. Ao confrontar-se com um criminoso que apresenta alto ou altíssimo nível de agressividade – ou seja, em um encontro mortal –, o policial deve responder à violenta e ilegal agressão em frações de segundos, de forma eficaz, técnica, legal e ética, sem a possibilidade do cometimento de

erros que representem a perda da vida do próprio policial, de terceiros não envolvidos (a população local), ou do próprio criminoso.

Tendo isso em vista, a possibilidade de imersão do PM em um mundo virtual que lhe permita provar experiências e sensações próximas a da realidade de sua atividade profissional diária seria um salto de qualidade no processo de treinamento, pois o profissional poderá interagir, intervir e participar do processo de aprendizagem como seu principal ator, na totalidade.

Mundo virtual é um espaço imaginário, frequentemente manifestado através de um meio. Uma descrição de uma coleção de objetos em um espaço e as regras em relações que governam estes objetos. (SHERMAN & CRAIG, 2006, p.7).

Pressupõe-se, portanto, que o grande desafio a ser superado por este estudo está na integração das tecnologias da realidade virtual com os modelos tradicionais de ensino-aprendizagem existentes na PMSC.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Descrever um sistema de treinamento que permita reproduzir, em um ambiente virtual, o treinamento policial para o enfrentamento de criminosos com ênfase nos chamados encontros mortais.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar na literatura o emprego da realidade virtual (RV) no treinamento policial.
- Indicar Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) que possibilitem acessibilidade, mobilidade e também a imersão e interação do policial no mundo virtual para uso no treinamento.
- Descrever o emprego da realidade virtual (RV) no treinamento policial, sob a ótica da Teoria Geral de Sistemas (TGS).

Apontar as possibilidades da realidade virtual (RV) no treinamento de policiais em situações de enfrentamento de criminosos, permitindo variabilidade nos níveis de exposição ao risco pelo policial.

### 1.3 ESCOPO

A delimitação do tema está no emprego da RV no treinamento policial para o enfrentamento de criminosos, focado nos encontros mortais.

Esta pesquisa limita-se em apontar as possibilidades de emprego da RV e indicar os respectivos recursos tecnológicos existentes para o treinamento policial em resposta a eventos de alto e altíssimo risco (encontros mortais) com vistas à análise de ocorrências policiais em que o resultado do confronto armado gera ferimento ou morte dos PMs envolvidos.

Dessa forma, a pesquisa não se estende, neste momento, à prática de outras técnicas policiais, como, por exemplo, o treinamento de motoristas policiais para condução de viaturas em atendimentos de ocorrências ou emergências médicas; o treinamento de policiais atiradores de precisão (*sniper*); o treinamento de técnicas típicas de missões de grupos de operações especiais, entre outras.

Ao final do estudo, a pretensão descrever um sistema de treinamento e apontar quais recursos tecnológicos e quais equipamentos existentes e disponíveis são necessários para a construção de um protótipo portátil para uso no treinamento dos policiais com emprego da RV. Esse equipamento deve permitir mobilidade e acesso, possibilitando o deslocamento da equipe responsável pelo treinamento para todas as regiões do Estado, independente do local onde o policial trabalha, inserido-se assim no contexto do sistema de ensino ou treinamento proposto. Ou seja, também não é objetivo deste trabalho a construção do protótipo portátil para o treinamento dos policiais, mas apenas o levantamento de seus requisitos.

### 1.4 JUSTIFICATIVA

Esta dissertação propõe uma análise do sistema de treinamento da PMSC para identificar as possibilidades de uso da RV no treinamento policial para o enfrentamento de criminosos nos chamados encontros mortais com uma abordagem baseada na TGS.

Acredita-se que a imersão do policial em um ambiente virtual que represente a cena da ocorrência, observando-se o conceito da variabilidade, permitirá que as equipes responsáveis pelo treinamento possam simular eventos com o maior nível de proximidade possível da

realidade enfrentada nas ruas durante o exercício da missão constitucional de Polícia Ostensiva e de Preservação da Ordem Pública.

O treinamento suportado por tecnologias da RV, proposto nesta dissertação, poderá representar importantes contribuições para a capacitação e para o aprimoramento técnico e profissional dos PMs catarinenses, bem como com a disseminação do conhecimento em área estratégica e vital para o desenvolvimento da sociedade, a Ordem Pública.

O modelo de utilização da RV proposto no treinamento policial contempla requisitos necessários e qualificadores de uma instituição cuja doutrina em vigor e a cultura profissional é a busca ininterrupta pela excelência na prestação de serviços, produto final da efetiva segurança pública.

Entender os princípios característicos da sociedade do conhecimento é vital para a sobrevivência de qualquer instituição, como é o caso da PMSC, que está estrategicamente inserida nessa sociedade e participa ativamente do processo de desenvolvimento econômico e social do estado brasileiro. Além disso, tratar de segurança pública com responsabilidade é propor, dispor ou oferecer ao cidadão catarinense, mediante um contrato social que busca a tranquilidade pública, um produto inteligente, característica agregada pelo conhecimento.

Encontramos como meta estabelecida expressamente pelo Plano Nacional de Segurança Pública (BRASIL, 2003): “valorizar as polícias e os policiais, reformando-as e requalificando-os, levando-os a recuperar a confiança popular e reduzindo o risco de vida a que estão submetidos”.

Com a implantação deste projeto será possível desenvolver aspectos relacionados à criação, geração e transmissão do conhecimento, dispostos na Matriz Curricular Nacional (MCN) do Ministério da Justiça/Secretaria Nacional de Segurança Pública (MJ/SENASP), quais sejam:

A ampliação e democratização do acesso às informações;

A diversificação dos ambientes de aprendizagem com a utilização de vários formatos (teórico, prático, mídias);

A construção do conhecimento;

A colaboração e cooperação;

A socialização do saber;

As possibilidades múltiplas de interação;



O desenvolvimento de competências para desenvolver novas competências. (BRASIL, 2003 apud MJ/SENASP/EAD, 2009, p.1)

Por fim, esta dissertação apresenta como ferramenta de Engenharia do Conhecimento, a RV, que poderá ser aplicada na melhoria da segurança pública se inserida no sistema de treinamento de PMs, a fim de melhorar a qualidade da capacitação dos policiais e a efetividade no combate à criminalidade.

Diante do exposto até o momento, propõe-se o seguinte problema de pesquisa: quais as possibilidades de emprego da RV no sistema de treinamento policial para o enfrentamento de criminosos nos chamados encontros mortais?

### 1.5 ADERÊNCIA AO OBJETO DE PESQUISA DO PROGRAMA

De natureza interdisciplinar, o Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina possui três áreas de concentração de pesquisa para o Doutorado e para o Mestrado: (1) a Engenharia do Conhecimento; (2) a Mídia do Conhecimento; e (3) a Gestão do Conhecimento. (UFSC, 2013).

O Programa tem bases metodológicas em várias disciplinas, e seus objetivos vão ao encontro da pesquisa de novos modelos, métodos e técnicas de engenharia, criação, gestão e disseminação do conhecimento, com o intuito de aprimorar e formalizar o conhecimento nas organizações e na sociedade.

Dessa forma, o Programa tem construído suas bases teórico-metodológicas a partir de disciplinas que tratam de diversas áreas do conhecimento, como as Ciências Cognitivas, a Educação, as Ciências da Informação, a Administração, as Ciências Organizacionais, e também com base nas tecnologias de gestão, informação, computação e comunicação (SARTORI, 2012, p. 27).

Os objetivos da área de Engenharia do Conhecimento incluem a pesquisa e o desenvolvimento de técnicas e de ferramentas para a formalização, codificação e gestão do conhecimento; de métodos de análise da estrutura e dos processos conduzidos por profissionais em atividades de conhecimento intensivo; e a pesquisa e o desenvolvimento de sistemas de conhecimento (UFSC, 2013).

A presente dissertação apresenta aspectos interdisciplinares das áreas de Engenharia do Conhecimento, Gestão do Conhecimento e TICs

pertinentes à área de concentração da Engenharia do Conhecimento, e está inserida na linha de pesquisa da Engenharia do Conhecimento aplicada às organizações, considerando o valor estratégico do conhecimento.

A linha de pesquisa caracterizada, Engenharia do Conhecimento aplicada às organizações, estuda a concepção, o desenvolvimento e a implantação de soluções da Engenharia do Conhecimento em organizações (UFSC, 2013). No contexto descrito neste trabalho, a RV será artefato de apoio no sistema de treinamento de PMs para a disseminação do conhecimento em área vital para o aprimoramento técnico-profissional da PMSC e contribuirá para a sistematização de saberes acerca das experiências vividas pelos policiais ao longo de sua carreira.

## 1.6 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Neste tópico, apresenta-se o referencial metodológico do trabalho, delineando o perfil, os parâmetros e o processo de desenvolvimento da pesquisa.

### **Quanto aos objetivos**

O objetivo da pesquisa exploratória é a caracterização inicial do problema, sua classificação e de sua definição. Portanto, constitui o primeiro estágio de toda pesquisa científica, levando em consideração que visa proporcionar familiaridade com o problema, tornando-o explícito ou, ainda, corroborando para a construção de hipóteses (GIL, 2010).

A pesquisa descritiva, por sua vez permite observar, registrar, analisar e correlacionar fatos ou fenômenos sem a necessidade de manipulá-los (TRIVIÑOS, 1987; GIL, 2010).

Dessa forma, quanto aos seus objetivos, pode-se caracterizar esta pesquisa como exploratória e descritiva.

### **Quanto aos procedimentos técnicos**

A pesquisa bibliográfica, procedimento técnico escolhido para o desenvolvimento desta dissertação, é realizada com base em material já elaborado como livros, artigos científicos e publicações periódicas. O levantamento bibliográfico e documental tem por objetivo proporcionar familiaridade com o problema, tornando-o mais explicitado, ensinam Lakatos e Marconi (2001). Para Manzo (1971, p. 32), a bibliografia pertinente "oferece meios para definir, resolver, não somente problemas

já conhecidos, como também explorar novas áreas onde os problemas não se cristalizaram suficientemente".

### **Quanto à abordagem do problema**

O paradigma qualitativo está na interpretação de uma dada realidade sociocultural, e não especificamente na quantificação dessa realidade. Assim, a pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números (GIL, 2010). A pesquisa qualitativa permite, ainda, o envolvimento de um ou mais casos e diferentes níveis de análise. Pode-se, portanto, combinar técnicas de coleta de dados a partir de arquivos, entrevistas, questionários e observações (SARTORI, 2012).

Na pesquisa quantitativa, segundo Lakatos e Marconi (2001), tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números, as opiniões e as informações, para classificá-las e analisá-las. Segundo Richardson (1989), esse método caracteriza-se pelo emprego da quantificação, tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento dessas por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples até as mais complexas. A análise quantitativa possui como diferencial a intenção de garantir a precisão dos trabalhos realizados, conduzindo a um resultando com poucas chances de distorções.

Santos Filho (2001), afirma que pesquisadores têm reconhecido que a complementaridade entre essas duas abordagens existe e é fundamental, tendo em vista os vários e distintos desideratos da pesquisa em ciências humanas, cujos propósitos não podem ser alcançados por uma única abordagem metodológica.

## **1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO**

O conteúdo deste trabalho está dividido em quatro capítulos, incluindo a Introdução (Capítulo 1), que faz uma apresentação do problema de forma geral: destaca a definição do problema; a justificativa do tema; os objetivos da pesquisa; os procedimentos metodológicos adotados; a aderência com a linha de pesquisa do Programa de Engenharia e Gestão do Conhecimento; e a apresentação estrutura deste trabalho. O intuito deste primeiro capítulo é a orientação do leitor acerca dos assuntos e do conteúdo que será abordado nos demais capítulos.

O Capítulo 2, por sua vez, é composto da fundamentação teórica. Apresenta as teorias que serviram de apoio para a realização desta pesquisa, observando o atendimento dos objetivos propostos. Dessa forma, nesse capítulo, faz-se uma contextualização sobre o histórico e a missão da PMSC; aborda-se a TGS e a RV, seus processos, conceitos e tendências, e discorre-se também sobre os princípios da Engenharia do Conhecimento, sua origem e caráter multidisciplinar e sua consequente inter-relação e interligação com várias disciplinas.

Na sequência, o Capítulo 3 trata dos procedimentos metodológicos, mostrando as perspectivas da pesquisa e sua delimitação. Apresenta os dados obtidos da análise de 25 ocorrências policiais, pesquisa que revela e demonstra o número de PMs mortos e feridos em serviço no estado de Santa Catarina.

Por fim, no Capítulo 4, apresenta-se as conclusões deste trabalho e as sugestões para o desenvolvimento de futuras pesquisas. Ao final são apresentadas as referências e os anexos.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao observar o papel desempenhado pelas TICs no cotidiano das novas gerações, evidencia-se a necessidade de pesquisar os limites e as possibilidades da presença dessas tecnologias nos espaços de aprendizagem, treinamento e atuação dos PMs. Com base no conceito de Lévy (1999) acerca da cibercultura – cultura desenvolvida coletivamente, numa realidade multidirecional, virtual e sustentada por computadores –, é possível observar, conforme propõem Demo (2007) e Santaella (2004), que a cibercultura transforma os modos humanos de perceber e de estar no mundo, alterando também as formas de aprender.

Assim sendo, constitui-se um desafio aos processos educativos do presente que, para serem significativos, precisam refletir sobre a presença das TICs, objetivando, de acordo com Litwin (1997), ser mais que a mera incorporação de modernas tecnologias a metodologias já ultrapassadas.

O neologismo cibercultura especifica o conjunto de técnicas (materiais e intelectuais), de práticas, de atitudes, de modos de pensamento e de valores que se desenvolvem juntamente com o crescimento do ciberespaço (LÉVY, 1999). Ainda para o autor, o ciberespaço (o qual ele chama de rede) é o novo meio de comunicação que surge da interconexão mundial dos computadores. O termo especifica não apenas a infraestrutura material da comunicação digital, mas também o universo oceânico de informações que ela abriga, assim como os seres humanos que navegam e se alimentam esse universo.

### 2.1 A ESTRUTURA DO SISTEMA DE ENSINO DA PMSC

#### 2.1.1 Histórico e missão da Polícia Militar de Santa Catarina

Criada por Feliciano Nunes Pires, então Presidente da Província de Santa Catarina, por meio da Lei Provincial nº 12, de 5 de maio de 1835, a Força Policial, denominação que foi conferida à época para a atual Polícia Militar, substituiu os Corpos de Guardas Municipais Voluntários então existentes. A missão da Força Policial era manter a ordem e a tranquilidade pública e atender às requisições de autoridades judiciárias e policiais. Sua área de atuação ficava restrita à Vila de Nossa Senhora do Desterro (atual cidade de Florianópolis/SC) e aos distritos vizinhos.

Em 1916, a Força Policial recebe nova denominação: Força Pública (Lei Nº 1.137, de 30 de setembro de 1916) e, em 1917, passa a ser considerada, por meio de acordo firmado entre a União e o Estado, Força Reserva do Exército de 1ª Linha.

Alguns anos depois, em 10 de Janeiro de 1934, novo acordo entre a União e o Estado eleva a Força Pública à categoria de Força Auxiliar do Exército Brasileiro. Nesse mesmo ano, a Constituição Federal também passa a considerar as Forças Públicas como auxiliares do Exército, conferindo-lhes assim, *status* constitucional. Então, a Constituição Federal de 1946 altera a denominação de Força Pública para Polícia Militar, descrevendo como sua missão a segurança interna e a manutenção da ordem. O referido diploma legal prevê ainda que a União legislará sobre a organização, instrução, justiça e garantias das Polícias Militares.

Mais alguns anos se passam e, em 1967, a Constituição Federal prevê que a União passará a controlar também o efetivo das Polícias Militares, criando a Inspeção Geral das Polícias Militares (IGPM). O mesmo diploma legal orienta ainda que as Polícias Militares devem se voltar às atividades policiais.

Em 1988, a nova Constituição Federal prevê como missão das Polícias Militares:

art 144. A segurança pública, dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio.

São órgãos de segurança pública:

[...]

V – Polícias Militares;

[...]

(BRASIL, 1988)

O cumprimento da missão descrita no diploma constitucional – preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio – por vezes impõe ao PM o dever e a necessidade da adoção de medidas repressivas imediatas. Nas palavras do atual Ministro do Supremo Tribunal de Justiça, Gilmar Mendes, quando ainda então Advogado Geral da União:

[...] a repressão imediata pode ser exercida pelo Policial Militar sem que haja violação do dispositivo constitucional, pois quem tem a incumbência de preservar a ordem pública, tem o

dever de restaurá-la, quando de sua violação (Parecer GM-25 AGU, 2001).

Restabelecer a ordem pública com a adoção de medidas repressivas imediatas significa uma potencial geração de conflitos e de confrontos, que fazem, dependendo da reação do cidadão abordado, variar os níveis de risco enfrentado pelo policial, chegando a níveis altos a altíssimos e gerando os possíveis encontros mortais (ROSA et al., 2012).

O evento da CRFB (BRASIL, 1988) modifica a missão das Polícias Militares, passando da simples manutenção para a preservação da ordem pública. O conceito de preservar a ordem se estende da manutenção ao restabelecimento da ordem pública quebrada, isto é, ampliando a competência anterior (LAZZARINI, 2000).

Lazzarini (2003, p. 85) prossegue expondo a extensão da competência da Polícia Militar, chamada pelo próprio mestre de exército da sociedade, discorrendo também sobre a competência residual da Polícia Ostensiva.

A polícia administrativa, porém, é bem mais ampla, pois tem por objetivo não só a prevenção do ilícito penal, cabendo-lhe também a prevenção e a própria repressão administrativa de toda uma gama de ilícitos não penais [...]. No tocante à preservação da ordem pública, às Polícias Militares não só cabe o exercício da polícia ostensiva, na forma retro examinada, como também a competência residual [...] não atribuída aos demais órgãos.

No exercício da sua função, o PM, por delegação do Estado, recebe poderes legais que legitimam seus atos e ações. O conceito de poder de polícia, consta do art. 78, do Código Tributário Nacional.

Considera-se poder de polícia a atividade da administração pública que, limitando ou disciplinando direito, interesse ou liberdade, regula [...] concessão ou autorização do Poder Público, à tranquilidade pública ou ao respeito à propriedade e aos direitos individuais e coletivos.

O Jurista Ely Lopes Meireles (1995, p.110) descreve a atividade policial como sendo:

[...] consequência natural do poder de polícia, traduzida na capacidade de que dispõe a Administração Pública para condicionar e

restringir o uso e gozo de certas atividades e direitos individuais, em benefício da coletividade ou do próprio Estado.

Não obstante do PM receber a legitimação do Estado para uso da força, esse uso deverá pautar-se nos princípios da legalidade, proporcionalidade, necessidade e ética, não somente, mas principalmente quando do seu uso extremo, ou seja, no emprego da força letal, fazendo-o apenas e estritamente para a defesa da vida, própria e de terceiros (MOREIRA & CORREA, 2002).

Preservar a ordem pública, portanto, corresponde à adoção de medidas preventivas, de manutenção e do restabelecimento da ordem quebrada por parte da autoridade da Polícia Administrativa. Essas ações devem ser realizadas mediante atos de Polícia Ostensiva, ou seja, pela execução, com exclusividade, do policiamento ostensivo.

O policiamento ostensivo é ação policial exclusiva das Polícias Militares, em cujo emprego o homem ou a fração de tropa engajadas sejam identificados de relance, quer pela farda, quer pelo equipamento, ou viatura, objetivando a manutenção da ordem pública. (R-200, 1983).

### **2.1.2 O ingresso e a formação na Polícia Militar de Santa Catarina**

O ingresso na PMSC se dá mediante a realização de concurso público, em duas modalidades: (1) inclusão no Curso de Formação de Oficiais, cujo requisito intelectual é a formação em nível superior, especificamente, Bacharéis em Direito; e (2) inclusão no Curso de Formação de Soldados, cujo requisito é a formação em nível superior, em qualquer área do conhecimento. O Curso de Formação de Oficiais tem duração de dois anos com titulação dos participantes em Bacharéis em Ciências Policiais, já o Curso de Formação de Soldados dura nove meses e concede aos participantes a titulação de Tecnólogos em Segurança Pública. Ambos os cursos foram reconhecidos no ano de 2013 pelo Conselho Estadual de Educação de Santa Catarina (PMSC, 2013).

Nos dois os cursos, os PMs estudantes recebem treinamento em diversas áreas de concentração do conhecimento relacionadas à preservação da ordem pública: Direito, Direitos Humanos, Trânsito, Filosofia de Polícia Comunitária, Educação Física, Defesa Pessoal, Tiro Policial e Técnicas Policiais, entre outras disciplinas ministradas, como Técnicas de Polícia Ostensiva e Operações de Polícia Ostensiva (Anexo



A – Grade de Matérias ou Planos de Ensino). A formação evoluiu durante os anos, passando do simples repasse de conhecimento teórico para um conteúdo direcionado à prática policial diária. (PMSC, 2013).

A MCN (BRASIL, 2003) também é um referencial teórico-metodológico que orienta as ações formativas dos profissionais da área de segurança pública – Polícia Militar, Polícia Civil e Bombeiros Militares –, independentemente da instituição, nível ou modalidade de ensino que se espera atender. Seus eixos articuladores e áreas temáticas norteiam, atualmente, os mais diversos programas e projetos de ensino executados.

A MCN é uma ferramenta de gestão educacional e pedagógica, com ideias e sugestões que estimulam os raciocínios estratégico-político e didático-educacional, necessários à reflexão e ao desenvolvimento das ações formativas na área de segurança pública (BRASIL, 2003). Os princípios da MCN são preceitos que fundamentam a concepção das ações formativas para os profissionais da área de segurança pública, classificados, para efeito didático, em três grandes grupos:

- i. **Ético:** enfatizam a relação existente entre as ações formativas e a transversalidade dos Direitos Humanos, contribuindo para orientar as ações dos profissionais da área de segurança pública em um Estado Democrático de Direito.
- ii. **Educacional:** apresentam as linhas gerais sobre as quais estão fundamentadas as ações formativas dos profissionais da área de segurança pública.
- iii. **Didático-pedagógico:** orientam as ações e as atividades referentes aos processos de planejamento, execução e avaliação utilizados nas ações formativas dos profissionais da área de segurança pública.

A dinâmica e a flexibilidade da MCN se comprovam nas incontáveis possibilidades de interação existentes entre os eixos articuladores e as áreas temáticas. São essas interações que proporcionam a visualização tanto de conteúdos que contribuam para a unidade de pensamento e para a ação dos profissionais da área de segurança pública, como de conteúdos que atendam às peculiaridades regionais.

Os eixos articuladores da MCN estruturam o conjunto dos conteúdos de caráter transversal definidos por sua pertinência nas discussões sobre segurança pública e por envolverem problemáticas sociais de abrangência nacional. Eles devem permear as diferentes

disciplinas, seus objetivos, conteúdos, bem como as orientações didático-pedagógicas. São chamados de eixos articuladores na medida em que conduzem para a reflexão sobre os papéis individuais, sociais, históricos e políticos do profissional e das instituições de segurança pública. Têm um caráter orientado para o desenvolvimento pessoal e a para a conduta moral e ética, referindo-se às finalidades gerais das ações formativas, estimulando o questionamento permanente e reflexivo sobre as práticas profissionais e institucionais no contexto social e político em que elas se dão.

Os quatro eixos que compõem a MCN foram selecionados para orientar os currículos das ações formativas pela amplitude e possibilidades que apresentam para estruturação dos diversos processos pedagógicos, representados na Figura 1.

Figura 1 - Eixos Articuladores da MCN



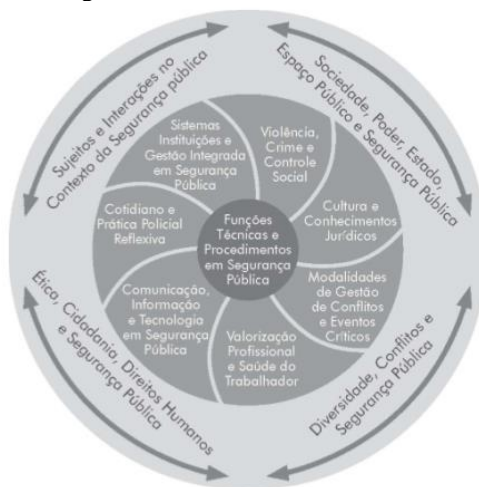
Fonte: BRASIL (2003, p.15)

Na elaboração da MCN foram elencadas oito áreas temáticas destinadas a acolher um conjunto de áreas de conhecimentos que serão tratadas nos currículos dos cursos de formação policial. As áreas temáticas descritas na MCN contemplam os conteúdos indispensáveis à formação do profissional da área de segurança pública e à sua

capacitação para o exercício da função. Elas designam também os espaços específicos da construção dos currículos a serem elaborados pelas instituições de ensino, em conformidade com seus interesses, peculiaridades e especificidades locais.

A área temática, as funções, as técnicas e os procedimentos em segurança pública corresponde à concretização final de todo o processo de formação destinado a instrumentalizar o profissional de segurança pública para o desempenho de sua função. A qualidade desse desempenho está, contudo, vinculada às competências cognitivas, operativas e atitudinais contempladas pelas demais áreas temáticas, conforme a Figura 1.

Figura 2 - Áreas Temáticas da MCN



Fonte: BRASIL (2003, p.18)

Assim, o PM estudante, recebe, além do conhecimento teórico, conhecimento de emprego prático, objetivando o desenvolvimento de competências cognitivas, operativas e atitudinais descritos nas áreas temáticas da MCN. Esse conhecimento é direcionado para ser utilizado no cotidiano do exercício da atividade profissional, junto à população.

Essa evolução na formação do PM foi marcada pelo surgimento e pelo uso de tecnologias multimídias que, no caso da PMSC, têm servido para aproximar o contexto da formação e o treinamento do PM da realidade que será enfrentada nas ruas, durante o exercício profissional

(ROSA et al., 2012). Segundo Marshal (2007), multimídia consiste na integração, controlada por computador, de textos gráficos, imagens, vídeo, animações, áudio e outras mídias, que possam representar, armazenar, transmitir e processar informações de forma digital.

Todo o contexto anteriormente descrito indica a importância e a relevância que do emprego da RV, conceito que será tratado mais profundamente nos próximos capítulos, agregando valor e qualidade no treinamento policial, representando a entrega à população de um policial melhor qualificado, resultando na diminuição do risco nas intervenções (da TGS – perturbações) em ocorrências de alto e altíssimo risco (encontros mortais), durante o exercício profissional da missão constitucional de preservação da vida.

## 2.2 TEORIA GERAL DE SISTEMAS (TGS)

A TGS, cujos primeiros enunciados datam de 1925, foi proposta em 1937 pelo biólogo Ludwig Von Bertalanffy, atingindo seu auge de divulgação na década de 50 (ALVAREZ, 1990). A pesquisa de Von Bertalanffy foi baseada numa visão sistêmica diferente do reducionismo científico até então aplicado pela ciência convencional.

O pensamento sistêmico moderno de Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972), biólogo que integrou o círculo de Viena e começou a sua carreira na década de 20, século XX, influenciou sobremaneira o desenvolvimento de uma abordagem na qual se destaca a ocorrência dos sistemas na física, na biologia e nas ciências em geral (RIBEIRO, 2003).

Segundo a TGS, proposta por Bertalanffy (1977), em vez de se reduzir uma entidade (um animal, por exemplo) a um estudo individual das suas propriedades, partes ou elementos (órgãos ou células), deve-se focalizar no arranjo do todo, ou seja, nas relações entre as partes que se interconectam e interagem orgânica e estatisticamente. Do ponto de vista do pensamento sistêmico, o sistema pode ser definido como uma entidade que mantém sua existência por meio da interação mútua entre suas partes (BELLINGER, 1996).

Bertalanffy (1977) exemplifica suas ideias de várias formas, mas uma parece ser a mais simples. O pesquisador observa que a física convencional trabalha com sistemas isolados quando não há possibilidade de troca de energia com seu ambiente, o que talvez seja uma redução necessária à solução de determinados problemas. No entanto, a termodinâmica prova que, em um sistema isolado, a entropia – parte da energia total que não está pronta para realizar trabalho – tende

a crescer sempre, o que levaria o sistema ao colapso (ALVES, 2012, p. 84).

Para a ciência, o primeiro critério do novo paradigma é a mudança do estudo das partes para o estudo do todo. No antigo modelo, acreditava-se que, em qualquer sistema complexo, a dinâmica do todo poderia ser entendida a partir das propriedades das partes (CAPRA, 2008, p. 83). No novo paradigma, as propriedades das partes podem ser entendidas somente a partir da dinâmica do todo. Da mesma forma, para Teixeira, Gubiani e Carvalho Neto (2007) existe uma tendência para a visão do todo e não apenas das partes, trazendo como maior benefício a aproximação entre as áreas de conhecimento.

A ciência do século passado adotava a mecânica clássica como modelo do pensamento científico. Isso equivale a pensar nas coisas como mecanismos e sistemas fechados. A ciência de nossos dias adota o organismo vivo como modelo, o que equivale a pensar em sistemas aberto, já que um sistema fechado é aquele que não realiza intercâmbio com o seu meio externo, tendendo necessariamente a um progressivo caos interno, desintegração e morte. (BERTALANFFY, 1977).

A evolução do homem fez com que suas ideias evoluíssem, exigindo uma visão sistêmica do mundo, assim: a existência de modelos, princípios e leis que se aplicam a sistemas generalizados ou a suas subclasses promove o surgimento de uma teoria, não dos sistemas de um tipo mais ou menos especial, e sim de princípios universais. Seu conteúdo é a formulação e a derivação dos princípios para os sistemas em geral, qualquer que seja a natureza dos elementos que os compõem e as relações existentes entre eles (TEIXEIRA, GUBIANI e CARVALHO NETO, 2007, p. 137).

Bono (1977) indica que ao se quebrar um sistema, em partes separadas, ele é destruído. É como se uma pessoa fosse fatiada em peças para entender seu funcionamento. Assim que as partes são separadas, a interação cessa. O organismo humano (como qualquer organismo biológico) quando considerado como um sistema não pode ser tipificado como isolado, pois sem o aporte de energia perderia suas funções vitais e, portanto, deixaria de existir como tal (ALVES, 2012, p.84).

Os organismos (ou sistemas orgânicos) em que as alterações benéficas são absorvidas e aproveitadas sobrevivem, e os sistemas onde as qualidades maléficas ao todo resultam em dificuldade de sobrevivência, tendem a desaparecer caso não haja outra alteração de contrabalanço que neutralize

aquela primeira mutação. (BERTALANFFY, 1977).

Assim, de acordo com Bertalanffy (1977) essa evolução permanece ininterrupta enquanto os sistemas se autoregulam. Diante disso, percebe-se que a teoria de sistemas afirma, basicamente, que os organismos são abertos e sofrem interações com o ambiente em que estão inseridos. Desta forma, segundo Alves (2012), a interação gera realimentações que podem ser positivas ou negativas, criando assim uma autorregulação regenerativa, a qual, por sua vez, cria novas propriedades que podem ser benéficas ou maléficas para o todo independentemente das partes.

A realidade é feita de sistemas, de elementos interdependentes que precisam ser analisados nas suas inter-relações com uma visão interdisciplinar e holística, ensina Maximiano (2000). Bertalanffy (1977) desacreditava da visão simplesmente mecanicista da física de Newton (forças e trajetórias) e dos fenômenos biológicos, defendendo que deveriam ser visualizados como um todo, observando-se assim as suas inter-relações e as relações com o meio ambiente. A partir dessas concepções, Bertalanffy (1977) postulou como nova disciplina a TGS.

Seu objeto é a formulação de princípios válidos para os sistemas em geral, qualquer que seja a natureza dos elementos que os compõem e as relações ou forças existentes entre eles. Essa noção de sistema engloba uma série de abordagens tais como a filosofia (voltada para a ética, história, ontologia, epistemologia e metodologia de sistemas), engenharia de sistemas (sistemas artificiais como robôs, processamento eletrônico de dados, etc.), análise de sistemas (desenvolvimento e planejamento de modelos de sistemas, inclusive matemático), e a pesquisa empírica sobre sistemas (abrangendo a descoberta de leis, adequação e estudos de simulação de sistemas).

Para o autor, a TGS é uma ciência geral da totalidade e em forma elaborada, uma disciplina lógico-matemática, em si mesma puramente formal, mas aplicável às várias ciências empíricas (BERTALANFFY, 1977).

O conceito de sistema pode ser definido como um conjunto de elementos interdependentes que interagem com objetivos comuns, formando um todo no qual cada um dos elementos componentes se comporta, por sua vez, como um sistema. Dessa forma, o resultado do sistema é maior do que o resultado que as unidades poderiam ter se funcionassem independentemente. Qualquer conjunto de partes unidas entre si pode ser considerado um sistema, desde que as relações entre as partes e o comportamento do todo sejam o foco de atenção (ALVAREZ, 1990, p. 17).

Lieber (1998) afirma que um sistema não é apenas uma coleção de entidades, agregado assume propriedades que não podem ser encontradas nas entidades isoladas ou mesmo na mera reunião dessas. No mesmo sentido, Oliveira (2002, p. 35) define sistema como um conjunto de partes interagentes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função.

Alves (2102, p. 96), define sistema como uma construção mental de uma organização contendo uma coleção de objetos inter-relacionados em uma dada estrutura perfazendo um todo (uma unidade) com alguma funcionalidade que o identifica como tal. As características de um sistema, descritas na obra de Maturana e Varela (2001) e, ratificadas por Alves, (2012, p.109), inferem que quando um espaço se divide em dois, nasce um universo: define-se uma unidade. A descrição, a invenção e a manipulação de unidades estão na base de toda indagação científica.

Ainda para Alves (2102, p. 17), um sistema é construído na mente consciente e o observador de interesse é o ser humano, levando em consideração que este é o único ser vivo que possui mente consciente, isto é, capaz de refletir sobre o que foi observado (para o bem ou para o mal das demais espécies do planeta que as abriga). Trata-se a observação reflexiva, essencialmente humana. Segundo o autor, a mente consciente realiza reflexões sobre o mundo observado levando à construção de uma visão de mundo de seu proprietário (ALVES, 2102, p. 14).

A observação do mundo em que está inserido permite ao ser humano ter, como resultado, um panorama do que acontece a sua volta. O ato de observação envolve duas entidades: o observador e o objeto a ser observado, aqui, denominado mundo (ALVES, 2102, p.15). A construção mental ou panorama, denominada por Alves (2102, p.23), visão de mundo, é individual, pertence à pessoa que a construiu na

mente consciente. É, portanto, única e dinâmica, posto que atualizada constantemente. A individualidade da visão de mundo decorre da trajetória de vida de seu hospedeiro, razão pela qual jamais existirão duas visões de mundo iguais.

Esclarece Alves (2102, p.17) que o termo panorama não se refere apenas à construção mental daquilo que é observado pelos olhos, mas ao que é captado por todos os sentidos (além da visão, propriamente dita, olfato, tato, adição e paladar) e também ao que resulta das reflexões contínuas que a mente opera durante toda a vida: avaliações, análises, sínteses, comparações, inferências, usos de memória, entre outras.

O panorama do mundo resultante da observação de um ser humano nada mais é do que uma construção mental do mundo real, que está longe de representar o conhecimento exato desse mundo. Ao contrário, é indireto, parcial e, além disso, personalizado: cada qual tem o seu, decorre de sua história de vida e tem a ver com as necessidades mais imediatas, não iguais a de qualquer outra pessoa. (ALVES, 2102, p.18)

A visão sistêmica representou uma profunda revolução na história do pensamento científico ocidental. A crença segundo a qual em todo sistema complexo o comportamento do todo pode ser entendido inteiramente a partir das propriedades de suas partes é fundamental no paradigma cartesiano (CAPRA, 1999). A abordagem analítica, reducionista, requer para o entendimento reduções contínuas sem preocupar-se com a sua contextualização, com o todo ao qual pertencem. Já o pensamento sistêmico é contextual, o oposto do pensamento analítico, pois para se entender alguma coisa é necessário entendê-la, como tal, e em um determinado contexto maior, ou seja, como componente de um sistema maior (ambiente).

Capra (2008) descreve que o pensamento sistêmico envolve a complementaridade entre pensamento contextual e pensamento processual. O aspecto processual do pensamento sistêmico decorre da centralidade das interações. O autor aponta cinco aspectos que caracterizam o pensamento sistêmico:

- (1) Mudança das partes para o todo;
- (2) Capacidade de deslocar a atenção entre níveis sistêmicos. É possível encontrar sistemas dentro de outros sistemas e aplicar os mesmos conceitos a diferentes níveis;



- (3) Inversão da relação entre as partes e o todo. Para o pensamento sistêmico, as propriedades das partes somente podem ser entendidas dentro de um contexto maior (ambiente);
- (4) Pensar em termos de redes de relações;
- (5) Mudança epistemológica.

A análise sistêmica, embasada na proposta de Alves (2012) e usada na realização desta pesquisa, aborda uma visão interdisciplinar da TGS. Para Alves (2012), o conhecimento individual é incompleto, dinâmico, aberto e em construção e por isso pode sofrer mudanças (pequenas, grandes, radicais) durante a existência. Assim, a observação de um ser humano resulta em um panorama de mundo que nada mais é do que uma construção mental do mundo real, a qual é indireta, parcial e personalizada. Essa individualidade da visão de mundo decorre da trajetória de vida do hospedeiro, por isso nunca existirão duas iguais. A visão de mundo individual e coletiva são definidas como:

**Visão de mundo individual** (ou, simplesmente, visão de mundo) é o conjunto de todos os aspectos construídos mentalmente por um indivíduo, como resultado do processo de observação/reflexão de seu mundo.

[..]

**Visão de mundo coletiva** (ou, simplesmente, paradigma) é o conjunto interseção de duas ou mais visões de mundo individuais.

(ALVES, 2012, p. 26, grifo nosso)

Para que ocorra a observação, são necessárias duas entidades: (1) o agente que realiza a observação, o observador; e (2) o objeto a ser observado, o mundo. A capacidade de múltiplas construções mentais do que é o observável habilita a mente consciente a conceber ambientes físicos novos e a implementá-los quando possível. De um mundo observado, somos capazes de criar uma infinidade de outros mundos, ensina Alves (2012). A mente humana é adaptada para realizar, tanto a abstração, quanto a inferência. Na abstração, é capaz de separar elementos relevantes para construção da visão de mundo. Na inferência pode extrair conclusões a respeito da construção mental para posterior reflexão sobre a visão de mundo decorrente (ALVES, 2012).

Quanto a sua construção, um sistema pode ser concebido, basicamente, de duas formas: (1) por emergência e (2) por teleologia.

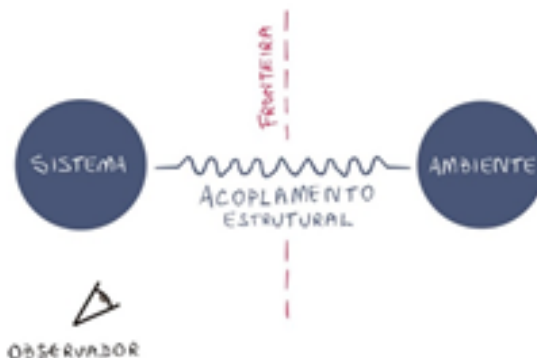
Diz-se emergente (*botton-up*), quando o sistema surge ao acaso, fruto de uma casualidade. E se considera teleológico (*top-down*), quando foi projetado e construído com uma finalidade. Há ainda sistemas mistos, para os quais não se pode afirmar que obedecem exclusivamente à emergência ou à teleologia (ALVES, 2012).

A fronteira delimitadora faz parte intrínseca do sistema, tendo como uma das atribuições a de determinar se o ambiente pode ou não trocar informação/energia com o ambiente. Caso a fronteira não permita a troca, a entropia do sistema tende a crescer, o que resultará no colapso do sistema (ALVES, 2012). Todo sistema também possui sua própria estrutura, a qual dita a dinâmica de seu comportamento. Entretanto, o ambiente no qual o sistema está inserido também possui sua estrutura intrínseca, responsável por ditar seu comportamento (ALVES, 2012).

A ontogenia é definida por Maturana e Varela (2003, p. 86) como a história das mudanças estruturais de um dado ser vivo. Nessa história todo ser vivo começa com uma estrutura inicial, que condiciona o curso de suas interações e delimita as modificações estruturais que estas desencadeiam nele. Alves (2012, p. 118) argumenta que é possível estender esse conceito para os sistemas de modo geral, desde que essa extensão seja feita com cuidado e prudência. A relação entre os conceitos de acoplamento, ontogenia e adaptação é apresentada na definição a seguir, a qual também é ilustrada pela Figura 3.

Se o acoplamento estrutural entre o sistema e seu ambiente mantém a invariância do sistema enquanto organização estruturalmente determinada (o que o caracteriza como tal), então diz-se que o sistema está adaptado ao seu ambiente. (ALVES, 2012, p. 122).

Figura 3 - Acoplamento estrutural sistema-ambiente



Fonte: Alves (2012, p. 119)

Criado por Maturana e Varela (2003, p. 107 e 108), o conceito de acoplamento estrutural expõe a adaptação de um sistema ao seu meio: “[...] uma mudança estrutural em um pode desencadear um processo de mudança no outro, e esta dependerá exclusivamente de sua estrutura.”.

Um sistema, assim como o seu ambiente, é uma unidade estruturalmente determinada que pode ser modificada a qualquer instante. Tais mudanças, segundo Alves (2012, p. 116) são especificadas em quatro domínios:

- (1) **Domínio das mudanças de estado:** isto é, as mudanças estruturais que uma unidade pode sofrer sem que mude sua organização, ou seja, mantendo a sua identidade de classe;
- (2) **Domínio das mudanças destrutivas:** todas as modificações estruturais que resultam na perda da organização da unidade e, portanto, em seu desaparecimento como unidade de uma certa classe;
- (3) **Domínio das perturbações:** ou seja, todas as interações que resultam mudanças de estado;
- (4) **Domínio das interações destrutivas:** todas as perturbações que resultam numa modificação destrutiva.

Nos domínios das mudanças de estado e das perturbações, o sistema e seu ambiente mantém sua identidade de classe, isto é, continuam a ser considerados como sistemas. Nos domínios das mudanças destrutivas e de interações destrutivas, o sistema deixa de existir como tal (ALVES, 2102, p.116 e 117). O autor ainda destaca que o sistema contém apenas os aspectos mais relevantes do fenômeno em si, sob o ponto de vista do observador. Desta forma, há a redução da complexidade a níveis que permitem a monitoração e o controle. Toda monitoração tem por objetivo acompanhar a situação (estado) em que o sistema se encontra ao longo do tempo, o que é importante porque não há como controlar com sucesso algo que não se consiga monitorar.

A intervenção, para Alves (2012, p. 151), é a execução da tomada de decisão no sistema que tem como objetivo a mudança de um estado inicial (indesejado) para um estado final (desejado). O ciclo de intervenções pode fazer com que o sistema alcance, se não o estado desejado, uma região próxima dele. Contudo, Alves (2012, p. 152) destaca que a intervenção também pode conduzir o sistema ao colapso, situação em que não há mais nada a fazer. Dessa forma, a intervenção tem implicações que podem ir além do sistema. Se apenas observarmos o sistema, provoca uma mudança estrutural. Entretanto, mesmo que se alcance o estado desejado, a mudança estrutural no sistema pode causar uma mudança estrutural no ambiente, gerando efeitos de segunda ordem, ou efeitos colaterais, capazes de interferir de maneira indireta no sistema. Os efeitos de segunda ordem surgem devido ao acoplamento estrutural entre o sistema e seu ambiente, estando ambos sujeitos a eles (ALVES, 2012).

## 2.3 REALIDADE VIRTUAL (RV)

### 2.3.1 Surgimento da realidade virtual

Segundo Kirner et al. (2006), a RV não tem um marco inicial específico ou uma data de criação definida, surge com o desenvolvimento de artefatos tecnológicos que já traziam incorporados o conceito de RV. O sensorama, criado pelo cineasta Morton Heilig, nos anos 50, foi um dos primeiros artefatos que trazia o conceito de RV. Consistia numa cabine individual que, além de projetar um filme, emitia sons, odores, ventos e imagem estereoscópica (KIRNER et al, 2006), conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 – Sensorama



Fonte: The father of virtual reality (2013)

O trabalho de Sutherland, engenheiro e professor do Massachusetts Institute of Technology (MIT), data de 1960 e é outra referência de RV, o qual desenvolveu pesquisas na área que hoje é conhecida como computação gráfica. O primeiro *software* CAD (*Computer Aided Design*), chamado Sketchpad (bloco de notas) foi desenvolvido por Sutherland no ano de 1961 (WEISBERG, 2008).

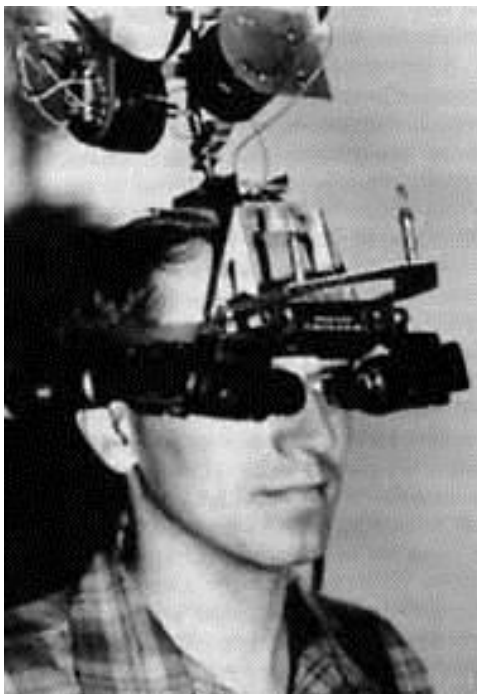
Figura 5 – CAD (*Computer Aided Design*) – Sketchpad



Fonte: Bigkif (2013)

Além do avanço na computação gráfica, Sutherland fez outros experimentos que traziam conceitos de RV. Um exemplo é o experimento citado por Kirner et al. (2006) chamado *The Ultimate Display* – A última exibição, se traduzido para o português. O experimento consistia em um capacete (*Head Mounted Display*) que era acoplado a uma barra que subia até a laje do edifício na qual possuía duas câmeras, como pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 – Head Mounted Display usado por Donald Vickers



Fonte: Zakros InterArts (2013)

O conceito de se transportar para outro ambiente sem sair do lugar, muito utilizado em RV, estava explícito nesse experimento. Era possível sentir-se no alto do edifício com todas as sensações visuais, contudo, sem os riscos que a ação incidiria (KIRNER et al., 2006).

### **2.3.2 Desenvolvimento e definição da RV**

Segundo (Kirner et al., 2006), a partir dos trabalhos iniciais nos anos 1950 e 1960, a RV se desenvolve em paralelo com a computação e a tecnologia de periféricos associados a ela. Esse desenvolvimento vai delineando suas principais características e vai formar sua conceituação. Dois aspectos emergem na definição de RV, os quais possivelmente direcionam o desenvolvimento recente em RV.

O primeiro aspecto é a tentativa de recriar graficamente um universo o mais próximo da realidade, afirmam Kirner e Siscoutto (2008). Observa-se a busca de recriar mundos virtuais com todas as características de sombra, reflexos, texturas, neblinas e efeitos óticos em geral que temos no mundo real.

A intenção de criar um mundo virtual foto-realístico. Desenvolveu-se com as pesquisas sobre cálculo de iluminação e *ray tracing* [traçado de raios – algoritmo de computação gráfica usado para síntese (renderização) de imagens tridimensionais] dos anos 80 até os avanços nas pesquisas sobre renderização em tempo real da última década. (COOK, 1982 e GLASSNER, 1989)

A origem da palavra renderizar é inglesa (*render*), termo bastante usado na computação gráfica para fazer menção à conversão de um tipo de arquivo para outro, ou até mesmo para tradução de uma linguagem para outra. Resumindo, o processo de renderização é uma forma de converter modelos gráficos em imagem. O processo de renderização se aplica essencialmente em programas de modelagem 2D e 3D (3Ds Max, Maya, Cinema 4D, Blender, Adobe Photoshop, Gimp, Corel PhotoPaint) bem como em áudio (Cubase, Ableton Live!, Logic Pro) e em vídeos (Adobe Premiere, Sony Vegas, Pinnacle Studio).

Figura 7 – Renderização



Fonte: NVIDIA (2013)

O congresso da Siggraph de 2009 ratificou essa preocupação de fazer mundos virtuais cada vez mais realísticos. Foi apresentada, nesse



evento, uma versão de renderização do tipo GPU (*Graphics Processing Unit* ou Unidade de Processamento Gráfico) em tempo real de dois dos mais populares *plugins* do mercado de computação gráfica: Vray (Vray RT) e Mental Ray (Iray). Esse fato marcou a preocupação de continuar fazendo mundos virtuais cada vez mais reais explorando as tecnologias em desenvolvimento das placas de vídeo.

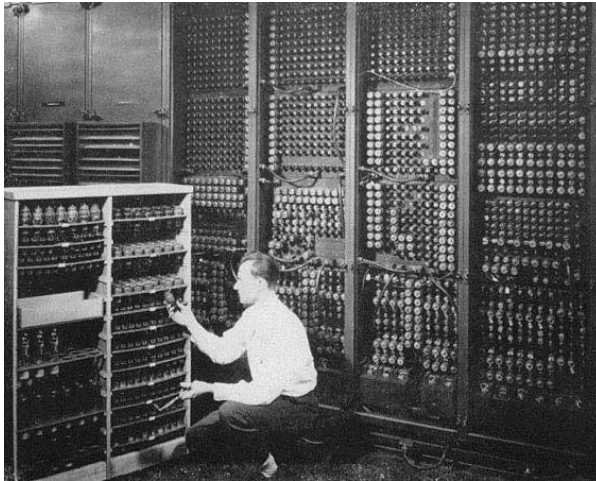
Com o aumento da capacidade de processamento e de memória das placas de vídeo, surgem outros aplicativos que simulam com mais realismo, em tempo real, o mundo físico. Além de toda a questão visual, as placas de vídeo também usam sua capacidade de processamento para cálculo de física. Objetos que se chocam e fluidos que escorrem por superfícies estão cada vez mais reais pelo ganho computacional.

A indústria do entretenimento, mais especificamente a de *games*, também tem investido muitos recursos, não somente financeiros, no aperfeiçoamento gráfico das aplicações 3D em tempo real. Observa-se jogos cada vez mais realistas, em versões de consoles como Xbox e Playstation. O mesmo acontece com jogos para computadores com o aperfeiçoamento das *engines*, que são as programações que fazem a conexão gráfica e física com o *hardware*.

Um segundo pressuposto que também tem permeado o desenvolvimento da RV é a interação com os ambientes virtuais. Kirner e Siscoutto (2008) descrevem este aspecto de forma precisa ao delinear a interação do usuário com o computador desde o surgimento do ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer* ou Computador Integrador Numérico Electrónico) em 1946 até os dias atuais.

O ENIAC foi o primeiro computador digital eletrônico de grande escala. Construído entre 1943 e 1945 pelos cientistas norte-americanos John Eckert e John Mauchly, da Electronic Control Company, entrou oficialmente em operação em julho de 1946 (MCCARTNEY, 1999).

Figura 8 – ENIAC



Fonte: Techculbe (2013)

Kirner e Siscoutto (2007) citam que a interação do computador com o homem ocorre por alavancas e botões, o que difere do ato natural de usar gestos e voz entre as pessoas. Pesquisadores da área de computação buscam desde o início reverter a ordem, ou seja, em vez do homem se adaptar ao computador, o objetivo é adaptar o computador ao homem no modo de interagir.

Ao longo dos anos foram desenvolvidos vários dispositivos de interação com a RV. Capacetes para imersão no mundo virtual, luvas para mover e acionar objetos virtuais e dispositivos hápticos<sup>1</sup> para sentir a pressão nos dedos.

Além disso, faz-se uso de rastreadores, sensores que localizam o usuário e o inserem dentro de cenas virtuais. Um dos sistemas mais conhecidos, utilizado na indústria do cinema, é o *motion capture*. Essa

---

<sup>1</sup> O termo háptico deriva-se da palavra grega “*haphthai*” (toque) e relaciona-se à informação sensorial recebida através do toque ou contato físico. (KIRNER E SISCOOTTO, 2007, p. 153)

tecnologia faz uso de uma roupa com sensores para capturar movimentos para personagens criados digitalmente. Tudo isso para garantir naturalidade gestual a objetos construídos no computador.

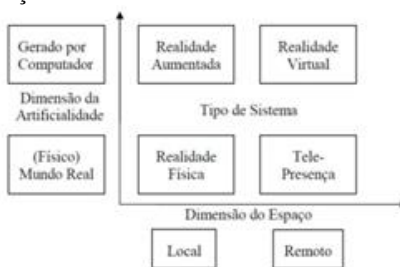
Entretanto, o rastreamento muitas vezes requer equipamentos de alto custo, como luvas, sensores e capacetes especiais. Devido a isso, tem-se buscado utilizar dispositivos mais baratos para o rastreamento que já estejam popularizados e que as pessoas já possuem. Essa concepção impulsionou as pesquisas de rastreamento por câmera.

As pesquisas com rastreamento por câmera trouxeram como inovação a própria discussão dos limites da definição de realidade virtual: uma cena na qual um único objeto é virtual e o restante é filmagem do mundo real pode ser considerada realidade virtual?

Nesse cenário surge um novo conceito e um novo campo de pesquisa: a realidade aumentada (RA), que será abordada *ampassant* neste trabalho, pois não faz parte do escopo, entretanto, é importante que se observe sua contribuição paralela ao desenvolvimento da RV.

As pesquisas em RA têm impulso nos anos 90 e possuem como principal linha condutora, o rastreamento por câmera. A RA entra numa classificação próxima da RV, na qual se considera se o espaço é local ou remoto e se o ambiente é real ou gerado por computador, como ilustra a Figura 9.

Figura 9 – Distribuição da realidade virtual e da realidade aumentada



Fonte: Belford (1998) apud Kirner, Siscoutto e Tori (2006)

Além da possibilidade de utilizar a câmera, artefato comum a todos, esse tipo de rastreamento desfez-se do uso de luvas especiais, por exemplo, para interagir com objetos virtuais. Um dos símbolos do rastreamento por câmera, estruturando um ambiente de RA, é o *Kinect*, um periférico associado ao console *Xbox* da Microsoft. O *Kinect* é um projeto da Microsoft para seu console de videogame *Xbox 360*, funciona

como uma *webcam* que se conecta via USB e é equipado com microfone para conversar com o console.

Nesse exemplo, toda a interação com os jogos virtuais é feita por meio de gestos de uma pessoa, sem o uso de luvas, pois os reconhecimentos das mãos foram feitos pelo dispositivo da Microsoft. Conforme descreve Santos et al. (2011), nesse sistema a interação é intuitiva gerando o que se denomina interação natural.

Os conceitos de melhoria da apresentação gráfica e da interação estão no centro da definição de RV pela ação de um mundo artificial 3D em que seja possível navegar e interagir. Uma definição RV que engloba isso é a de Kirner e Siscoutto (2008, p. 8):

[...] uma interface avançada para aplicações computacionais, que permite ao usuário navegar e interagir, em tempo real, com um ambiente tridimensional gerado por computador, usando dispositivos multisensoriais.

Santos et al. (2011) ressalta ainda a vantagem de necessitar de pouco treinamento para usar esses dispositivos, pois trata-se de um tipo de interação que a maioria das pessoas têm domínio.

### **2.3.3 O treinamento de policiais militares Santa Catarina com o uso da realidade virtual**

A RV possibilitou, ao longo dos anos, uma série de aplicações. Atualmente, usa-se a RV em setores como saúde, entretenimento, visualização de informação, educação e treinamento (COSTA e RIBEIRO, 2009). A Figura 10 mostra um militar americano realizando treinamento simulado de paraquedismo utilizando recursos da RV.

Figura 10 - Fotografia de militar americano simulando salto de paraquedas



Fonte: Ferlin (2013)

Entre os tipos de treinamentos existentes que utilizam a RV, o de policiais tem sido realizado no Brasil e em outros países como, por exemplo, China (Xiaowei, 2010), Alemanha (Bertram et al, 2011) e Chipre (HIMONA et al, 2011).

A realidade virtual permite a criação de um ambiente imersivo, cujas variações de eventos e cenários possibilitam o treinamento do PM em situações muito próximas a da realidade da atividade profissional operacional nas ruas, expondo os participantes a ambientes controlados de situações de alto e altíssimo risco, somente encontradas na realidade dos confrontos policiais com criminosos.

Na prática policial operacional, esses confrontos são chamados de encontros mortais, situação em que o confronto policial *versus* criminoso poderá resultar na morte de um dos envolvidos (ROSA et al., 2012). Tendo em vista o alto grau de risco, essas situações são praticamente impossíveis de serem simuladas e realizadas em treinamentos, senão com o emprego da realidade virtual.



### **3 PROPOSTA DE TREINAMENTO COM RV E SUA ANÁLISE**

Observa-se nesta dissertação que o exercício da missão de Polícia Ostensiva de Preservação da ordem pública coloca a autoridade da Polícia Ostensiva, o PM, literalmente nas ruas, exposto a toda sorte de eventos e em diferentes níveis de risco e periculosidade. A atividade policial vai desde o atendimento, por exemplo, de uma criança perdida, de uma senhora em trabalho de parto (parturiente) – ocorrências de auxílio –, até o enfrentamento de um criminoso armado ou de quadrilhas armadas, as chamadas ocorrências-crime.

As ocorrências-crime variam de acordo com o perigo a que é exposto o PM, podendo atingir níveis de alto e altíssimo risco quando relacionadas basicamente ao poder bélico e a agressividade do criminoso.

Neste capítulo, tratou-se da análise de ocorrências policiais que resultaram em PMs mortos e feridos em serviço no Estado de Santa Catarina nas décadas de 1960 até 2000 para que pudesse ser observado o risco corrido pela autoridade de Polícia Ostensiva responsável pela preservação e pela defesa da vida do cidadão catarinense, e como o emprego da realidade virtual no treinamento desses profissionais pode representar a redução de perdas de vida no exercício de sua missão, por possibilitar a proximidade da realidade das ocorrências policiais enfrentadas no cotidiano.

A PMSC dispõe de um equipamento chamado estande virtual de tiro, no qual é possível, por meio de projeções de imagens na parede, simular o atendimento de algumas poucas ocorrências policiais e praticar o tiro (Figura 11).

Figura 11 - Fotografia de um policial militar catarinense utilizando o simulador de tiro policial



Fonte: Rosa et al., 2011.

O equipamento é extremamente limitado, pois não possibilita a interação do PM com a cena, de forma a alcançar a imersão necessária à proximidade da realidade. Além disso, também impede o exercício do emprego ou uso escalonado da força, que vai desde a presença policial até o emprego, em último recurso, da força letal, conforme observado na Figura 15 (apresentada no Capítulo 3, seção 3.3 Análise de ocorrências com policiais militares mortos e feridos em serviço). No caso do equipamento descrito, o PM exercita unicamente o emprego da força letal da arma de fogo.

Além do estande virtual descrito anteriormente, a Secretaria de Segurança Pública de Santa Catarina dispõe de uma unidade itinerante de simulador virtual de tiro (Figura 12), com as mesmas características e limitações do estande virtual de tiro (Figura 11), no qual também o PM exercita unicamente o emprego da arma de fogo. A evolução em relação ao estande virtual de tiro é a possibilidade de deslocar com o equipamento montado no interior de um caminhão (Figura 11).



Figura 12 - Unidade Itinerante de Simulador Virtual de Tiro



Fonte: SSP/SC (2014).

### 3.1 POSSIBILIDADE DE APERFEIÇOAMENTO DA REALIDADE VIRTUAL EM TREINAMENTOS PARA POLÍCIA MILITAR DE SANTA CATARINA

O modelo que aproxima o treinamento policial da realidade dos confrontos armados nas ruas, os chamados encontros mortais, deve possibilitar a interação com a cena, permitindo ao PM exercitar, em ambiente controlado, todas as etapas do emprego da força, escalando cada degrau da pirâmide ou, no sentido contrário, descendo do último nível de emprego da força letal até o primeiro nível, a presença policial.

De acordo com as tendências delineadas nesta dissertação, é possível fazer uma análise dos aperfeiçoamentos que o treinamento de RV poderia atingir com base nas pesquisas levantadas.

#### 3.1.1 Realismo de movimento

Uma das dificuldades de simular a realidade no enfrentamento entre policiais e o cidadãos em conflito com a lei, está na naturalidade dos movimentos. Na RV as pessoas são modelos digitalizados que

possuem movimentos/animações gravados sobre sua malha. A complexidade de movimentos é muito grande em diversas situações, o que faz com que um reduzido grupo de movimentos pré-gravados seja insuficiente. Quando o criminoso virtual recebe um tiro, sempre cai do mesmo jeito ou reage da mesma maneira.

Foi com essa preocupação que Himona et al. (2011) propõe a mistura de animações pré-gravadas com cálculo de física, em que seria criado um sistema híbrido que em alguns momentos faz uso de *motion capture* e de equações dinâmicas sobre o modelo 3D. Ao andar, o modelo usaria *motion capture*, mas ao receber um tiro e cair sobre uma pedra, por exemplo, o modelo acionaria o sistema de cálculo de física, no qual consideraria o peso da pessoa, tamanho da pedra etc. Essa proposta traria um avanço em termos de realismo, pois considera também a força de impacto de diferentes tipos de projéteis.

Entretanto, é interessante implementar o realismo também no modelo do policial, como, por exemplo, a apresentação dele em primeira ou terceira pessoa. Nesse sentido, o sistema de rastreamento via câmera poderia auxiliar rastreando o policial e transferindo seus movimentos para o modelo 3D.

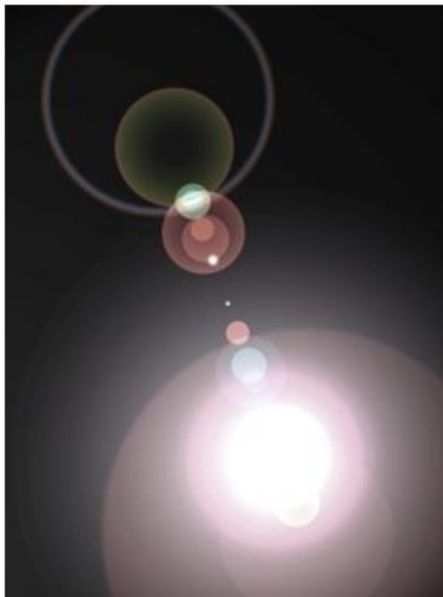
### 3.1.2 Aperfeiçoamento gráfico

A qualidade gráfica dos ambientes 3D atuais pode contribuir em muito para o treinamento policial. A variedade de materiais e de efeitos atmosféricos que as placas de vídeo processam em tempo real auxilia o policial a treinar próximo da realidade que irá enfrentar na sua rotina de trabalho. É interessante usar os recursos gráficos em situações de enfrentamento em que o campo visual está prejudicado. Alguns exemplos seriam o enfrentamento durante a noite, sob neblina, sob ofuscamento de efeitos de *Glow/Glare*<sup>2</sup>, com excesso de poeira no ar, sob chuva e com luz de diferentes períodos do dia.

---

<sup>2</sup> *Glare* é um fenômeno onde fontes de luz ou reflexões intensas causam um espalhamento dos raios luminosos, principalmente nos olhos humanos. É percebido como um conjunto de arestas radiais em torno da fonte luminosa (KAKIMOTO, 2005).

Figura 13 – Fotografia de ofuscamento causado pelo sol - Efeito Glare



Fonte: Ledo e Rosa (2012)

### 3.1.3 Aperfeiçoamento da imersão

A imersão na RV é o que dá a sensação de estar dentro do ambiente virtual 3D. Monitores e projetores não são sistemas imersivos, pois o ambiente virtual só é apresentado numa direção. Este é o caso do sistema RV da PMSC, apresentado nesta dissertação. Por isso, o termo estande virtual de tiro.

No treinamento policial é essencial que haja uma cena virtual 360° graus, pois é o que acontece em campo. No enfrentamento há pessoas vindas de todas as direções. Dessa forma, no treinamento policial, em especial o áudio, deve também vir de todas as direções.

O que modernamente se utiliza nessas situações são sistemas imersivos de multiprojeção em 360° graus chamados *CAVES*, do português cavernas. As *CAVES* já evoluíram bastante em resolução de

imagem, estereoscopia<sup>3</sup> e nitidez, chegando ao que se denomina de terceira geração (DEFANTI et al., 2009). Contudo, a *CAVE* geralmente suporta somente a entrada de pessoas, como é o caso apresentado por Defanti et al. (2009). A *CAVE* para treinamento policial deveria considerar a abordagem com viatura, tendo assim dimensões maiores que o tradicional. A Figura 14, a seguir, mostra um exemplo da *CAVE* construída pela Universidade de São Paulo.

Figura 14 - *CAVE* da Universidade de São Paulo (USP)



Fonte: USP (2013)

### 3.1.4 Aperfeiçoamento na interação/sensação

O aperfeiçoamento na interação incide em trazer para o ambiente simulado interação muito semelhante a do ambiente real. Nesse sentido, é interessante que as vestimentas sejam as mesmas que o policial usa na rua, por exemplo. Com isso luvas e capacetes específicos de RV talvez não fossem as ferramentas mais indicadas, sendo o rastreamento por

---

<sup>3</sup> Do grego στερεός (stereos), firme, duro, sólido, + σκοπέω (skopeō), ver, observar, estereoscopia é uma técnica usada para se obter informações do espaço tridimensional, por meio da análise de duas imagens obtidas em pontos diferentes. É um fenômeno natural que ocorre em muitos animais com dois pontos de visão e também no ser humano, quando uma pessoa observa em seu redor uma cena qualquer.

câmera uma alternativa, com a transferência dos movimentos a um modelo digitalizado.

No que se refere à sensação, a utilização de dispositivos hápticos poderiam ser considerada, ou seja, uma roupa que transmitisse a sensação de levar um tiro é algo para ser considerado no treinamento policial.

### 3.1.5 Aperfeiçoamento na Inteligência Artificial (IA)

O aperfeiçoamento na Inteligência Artificial (IA) no treinamento policial em RV é o que garante a imprevisibilidade do enfrentamento. O policial deve estar preparado para qualquer tipo de reação da pessoa abordada.

Segundo Luger (2004), a IA é uma área de pesquisa da computação dedicada a buscar métodos ou dispositivos computacionais que possuam ou multipliquem a capacidade racional do ser humano de resolver problemas, pensar ou, de forma ampla, ser inteligente. Também pode ser definida como o ramo da ciência da computação que se ocupa do comportamento inteligente ou ainda, define Rich (1994), o estudo de como fazer os computadores realizarem coisas que, atualmente, os humanos fazem melhor.

Apesar de difícil definição, a IA seguiu quatro linhas de pensamento:

- i. Sistemas que **pensam como seres humanos**  
“O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem, máquinas com mentes, no sentido total e literal.”, ensina Haugeland (1985)
- ii. Sistemas que **atuam como seres humanos**  
“A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas.” (KURZWEIL, 1990)
- iii. Sistemas que **pensam racionalmente**  
“O estudo das faculdades mentais pelo seu uso de modelos computacionais.” (CHARNIAK; MCDERMOTT, 1985)
- iv. Sistemas que **atuam racionalmente**  
“A Inteligência Computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes.” (POOLE et al., 1998)

Na indústria de jogos, principalmente, vê-se grande evolução em IA. Em jogos de batalha ou mesmo de esportes, como futebol, há uma análise estatística em tempo real, na qual se verifica a tendência de movimentação do usuário. Baseados nessa análise, os modelos se adaptam às características do usuário. No caso da simulação de invasão de uma edificação para resgate de refém, por exemplo, a IA poderia analisar a movimentação do usuário e adaptar o comportamento da pessoa abordada. Os sistemas nos quais os personagens animados possuem sempre o mesmo comportamento viciam o treinamento. O policial já sabe o que lhe espera, muito diferente do que acontece em campo.

### **3.1.6 Aperfeiçoamento na portabilidade do treinamento em realidade virtual**

A possibilidade de construção de uma estrutura portátil, pois a estrutura edificada, montada em uma sala, impede a mobilidade impossibilitando o acesso dos PMs que trabalham nos 293 municípios do Estado de Santa Catarina. Observa-se que o modelo sugerido pode ser empregado em todo o território nacional e também por corporações policiais de outros países.

O aperfeiçoamento destes equipamentos possibilitaria simular ocorrências policiais de alto e altíssimo risco, como, por exemplo, confrontos com trocas de tiros entre indivíduos armados ou quadrilhas de criminosos (roubo contra pessoa, roubos em bancos, lotéricas, comércio em geral, traficantes); realização de treinamento de grupos de operações especiais, como atiradores de elite, resgate de reféns, intervenção em estabelecimentos prisionais, ocorrências envolvendo artefatos explosivos (bombas), entre outras.

## **3.2 ANÁLISE DE OCORRÊNCIAS QUE RESULTARAM POLICIAIS MILITARES MORTOS E FERIDOS**

Para contextualizar e retratar o problema de pesquisa, foi realizada a análise do atendimento de 25 ocorrências policiais no Estado de Santa Catarina entre os anos de 1980 até 2009, as quais envolveram, 47 PMs chamados de primeiro interventor – PM que primeiro chega à ocorrência, iniciando o atendimento. O desfecho do atendimento dessas ocorrências resultou na morte de 16 PMs e no ferimento de outros 18,

totalizando 34 vítimas. Os casos apresentados, utilizando-se da pesquisa de levantamento de dados, foram aleatoriamente escolhidos e não representam o total absoluto das vítimas.

Observa-se, na análise dos dados, que falhas de procedimentos técnicos ou seu desconhecimento foram as causa dos acidentes, resultando no trágico desfecho das abordagens policiais. Os acidentes decorreram devido a equívocos na definição da estratégia de atendimento, passando pelo desconhecimento das técnicas adequadas, negligência ou até menosprezo do potencial agressivo do indivíduo abordado. Caso as técnicas policiais apropriadas fossem empregadas, possivelmente o número de policiais mortos e feridos diminuiria.

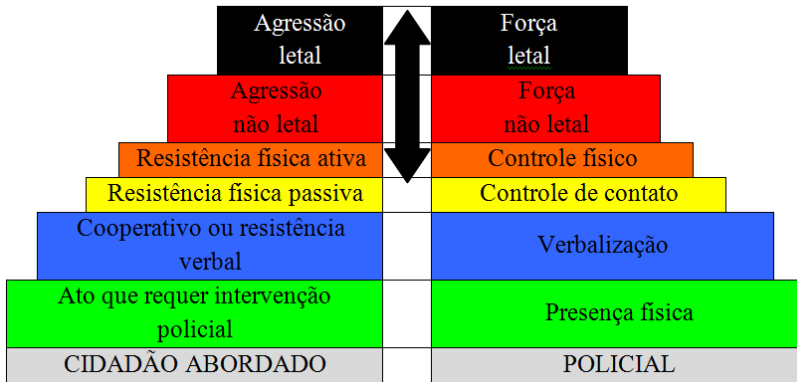
Tecnicamente, qualquer contato com o cidadão, é chamado de abordagem policial (Rosa et al., 2012). Portanto, desde uma simples informação prestada, como a localização de um logradouro público, a localização de uma criança perdida ou até o atendimento de uma ocorrência policial de maior risco, como um roubo a banco, trata-se de uma abordagem policial.

Durante uma abordagem, o PM deverá também observar os chamados princípios da abordagem, conhecidos e identificados pela sigla SSRAU – Segurança, Surpresa, Rapidez, Ação vigorosa e Unidade de comando. O conceito SSRAU tem sido amplamente difundido nos treinamentos de técnicas policiais na PMSC, esse conhecimento que é repassado nas instruções dos PMs nos últimos 15 anos.

O risco a que está exposto o PM está relacionado ao tipo de ocorrência policial atendida, observado o nível de agressividade do abordado, variando do menor nível como um suspeito que apresenta comportamento incivilizado até o maior nível, como uma troca de tiros com criminosos reconhecidos ou flagrados cometendo um crime (encontro mortal) (ROSA et al., 2012).

No encontro mortal, o PM é exposto ao mais alto risco durante o atendimento de uma ocorrência policial, é recebido pelo abordado no maior nível de agressividade, identificado no topo Pirâmide de Emprego da Força (Figura 15) – agressão letal – cuja reação orientada ao PM é o emprego da força letal.

Figura 15 - Pirâmide de emprego da força da PMSC



Fonte: adaptado do modelo de FLETC (GRAVES & CONNOR, 1994, p. 8 apud MJ/SENASP/EAD, 2009)

Segundo Rosa et al. (2012, p. 36), a pirâmide de emprego da força permite ao policial a análise e a tomada de decisão da estratégia ou procedimento que poderá adotar em qualquer abordagem policial, possibilitando o emprego proporcional e escalonado da força, ou seja, evitando excessos ou ilegalidades.

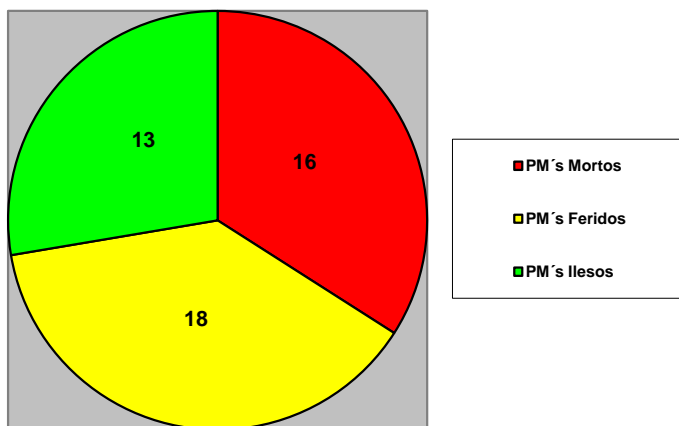
A pirâmide de emprego da força identifica os aspectos da relação policial *versus* cidadão abordado, indicando a correspondente ação policial adequada. O modelo indica, para cada reação apresentada pelo cidadão abordado decorrente da abordagem policial, a correspondente resposta policial, podendo evoluir do menor nível (presença física policial) até o maior nível (emprego da força letal) ou, do contrário, do maior para o menor nível de força (ROSA et al., 2012).

O princípio identificado no conceito é do escalonamento de emprego da força, permitindo ao policial adaptar-se a situação que se apresenta, respondendo à agressão de acordo com o meio ou instrumento mais eficaz que dispõe e possibilitando rapidez no raciocínio e na tomada de decisão.

Nas 25 abordagens policiais analisadas, as quais envolveram 47 PMs empenhados no princípio da ocorrência, 18 PMs foram feridos gravemente e 16 foram mortos, conforme Gráfico 1.



Gráfico 1 - PMs mortos e feridos durante atendimento de ocorrências nas décadas de 1980, 1990 e 2000.



Fonte: PMSC (2012).

O Gráfico 1 estabelece a relação entre o número total de PMs (47) empregados no princípio da ocorrência, o número de PMs que foram feridos nos confrontos – 18, o que representa 38,3% do total –, o número de PMs mortos nos confrontos – 16 ou 34% do total –, e o número de PMs que saíram fisicamente ilesos do confronto – 13, que representa 27,7% do total. Dessa forma, a soma de PMs feridos ou mortos totaliza 72,3% dos envolvidos nos confrontos.

Em todos os casos foram verificados erros de procedimentos técnicos dos mais diversos, desde o não uso de equipamento de proteção individual (colete balístico) – casos de abordagens em que as pessoas envolvidas eram conhecidas do PM e este tentava resolver a ocorrência com uma boa conversa, desconsiderando qualquer hipótese de agressão –, entradas precipitadas em edificações, sem aguardar apoio ou sem conhecimento da técnica apropriada de combate em ambientes fechados, entre outros.

O Gráfico 2, a seguir, mostra que, apesar da progressiva redução do número de policiais mortos em serviço nas duas últimas décadas, muitos PMs foram mortos devido cometimento de erros de procedimentos técnicos, situações que possivelmente poderiam ser

reproduzidas com o emprego das tecnologias de realidade virtual, aproximando assim, o treinamento da realidade policial-operacional das ruas.

Gráfico 2 – Policiais Militares mortos em serviço em Santa Catarina nas décadas de 1960 a 2000



Fonte: Santana e Borges (2011)

Na análise das informações, observa-se que, durante as abordagens, procedimentos técnicos foram negligenciados ou desconsiderados. Existe ainda a hipótese do desconhecimento total ou parcial da técnica policial apropriada à abordagem. Caso fossem adotados procedimentos técnicos básicos, adequados e/ou apropriados ao atendimento das diversas ocorrências, em tese, poderia-se diminuir o elevado número de vidas que se perderam tragicamente.

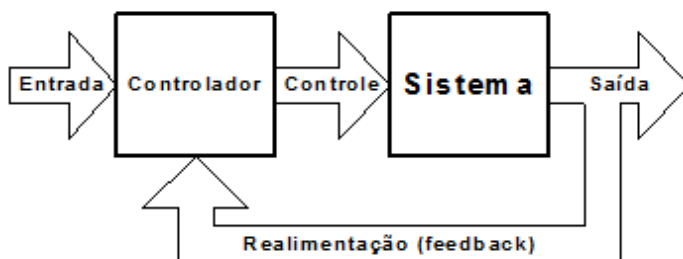
### 3.3 UM SISTEMA DE ENSINO/APRENDIZAGEM NA POLÍCIA MILITAR

As mudanças observadas na realidade social, decorrentes do contexto histórico, indicam necessárias transformações nos métodos de ensino e aprendizagem das técnicas operacionais empregadas na atuação dos PMs. Para compreender o desafio de adequação das técnicas de segurança pública da Polícia Militar, bem como as novas práticas de ensino e aprendizagem dessas técnicas, recorre-se à TGS proposta pelo

biólogo Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972) a partir da metade do século XX (ROSA e PAVANATI, 2012).

Praticamente cem anos após os primeiros enunciados de Bertalanffy, é possível observar como funciona o sistema de formação dos policiais militares no Estado de Santa Catarina, o qual revela elementos de seu funcionamento. Neste estudo, compartilha-se do enunciado por Alves (2006, p. 47), segundo o qual “um sistema é composto por componentes inter-relacionados levando a um todo com algum tipo de funcionalidade”. Assim, pode-se constatar a formação dos PMs catarinenses obedecendo à estrutura de um sistema cibernético de realimentação, conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

Figura 16 - Sistema cibernético de realimentação (*feedback*)



Fonte: Alves (2006, p. 111)

Em concordância com Alves (2006, p.111), observa-se que “os sistemas cibernéticos possuem características de automação. São capazes de autorregulação em termos de algum alvo ou objetivo (*set-point*) externamente especificado.”.

No caso do sistema estudado, temos no estado inicial, a presença e interferência do meio ambiente, da legislação nacional e estadual de regulamentação do trabalho e da atuação do PM, além dos métodos de formação desenvolvidos para o efetivo catarinense. Além disso, nesse sistema há um controlador, a pirâmide de emprego da força (Figura 15), esta definida por Rosa (2010, p. 62):

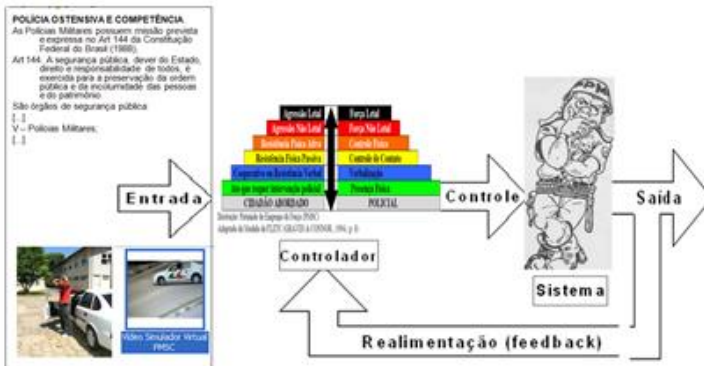
a Pirâmide de Emprego da Força identifica os aspectos da relação policial versus cidadão abordado, indicando a correspondente ação policial adequada. Sua análise é bem simples, para cada reação apresentada pelo cidadão, decorrente

da abordagem policial, existe previsão da correspondente resposta policial, podendo evoluir do menor nível (presença policial) até o maior nível (emprego da força letal) ou do contrário, do maior para o menor nível de força.

O princípio identificado no conceito é do escalonamento de emprego da força, permitindo ao policial adaptar-se à situação que se apresenta, respondendo à agressão de acordo com o meio ou instrumento mais eficaz de que dispõe, possibilitando rapidez no raciocínio e na tomada de decisão. Todas estas variáveis interferem em cada indivíduo integrante da PMSC.

O PM, por sua vez, possui uma individualidade, uma história, subjetividades e sua visão de mundo, que precisam ser constantemente revistas e transformadas pelo processo de formação desenvolvido na profissão.

Figura 17 - Sistema cibernético de realimentação (Sistema de Ensino/Treinamento PMSC)



Fonte: Rosa et al. (2012) adaptado de Alves (2006, p.111)

O sistema proposto não reinventará ou apresentará um modelo novo de treinamento ou de técnicas policiais, pelo contrário, utilizará as técnicas existentes e desenvolvidas nos últimos 10 anos pela PMSC.

As técnicas policiais existentes na PMSC representam uma coleção ou seleção de técnicas modernas, desenvolvidas e empregadas por corporações policiais e militares referências mundiais, como os grupos da SWAT (*Special Weapons na Tacticas - USA*), SAS (*Special Air Service – England*), US Navy SEAL (acrônimo de mar (*sea*), ar (*air*) e terra (*land*) e, do Brasil, GATE/PMSP (Grupo de Ações Táticas

Especiais da Polícia Militar do Estado de São Paulo), BOPE/PMERJ (Polícia Militar do Estado do Rio de Janeiro), dentre outras.

Basicamente, dois documentos descrevem e definem as técnicas utilizadas no treinamento e também no emprego operacional pelos policiais militares catarinenses na sua rotina operacional diária. O primeiro é o Manual de Técnicas de Polícia Ostensiva da PMSC (Rosa et al., 2012) e, o segundo, os Procedimentos Operacionais Padrão PMSC (POP/PMSC/2013).

A partir da descrição e definição das técnicas, a equipe de treinamento desenvolveu uma série de estratégias para a prática efetiva dos modelos propostos, partindo do conteúdo teórico, avançando para a prática em ambientes controlados, no interior dos próprios quartéis, incluindo exercícios simulados.

Na próxima etapa, evoluiu-se para exercícios práticos, em cenários montados com armas frias (desmuniçadas e descarregadas), passando então para as práticas de técnicas e táticas de confronto armado, com uso de *paintball* (armas de tinta), situação na qual são simuladas as mais diversas formas de ocorrências que poderão ser enfrentadas nas ruas, com os mais diversos e inusitados tipos de reações do cidadão abordado.

Passada a última fase, anteriormente descrita, os PMs são levados para terreno, no teatro de operações (nas ruas), e são testados em ambientes conflagrados, áreas de alto risco, sempre acompanhados pela equipe de treinamento e de apoio e também por frações policiais das Organizações Policiais Militares (OPM) daquela área.

A lacuna (*gap*) observada está entre o treinamento prático utilizando *paintball* e a prática no terreno, momento em que a RV poderia ser inserida, permitindo, ainda em ambiente controlado, a imersão do PM no mundo virtual com possibilidades sem fim de variáveis e perigos a serem enfrentados.

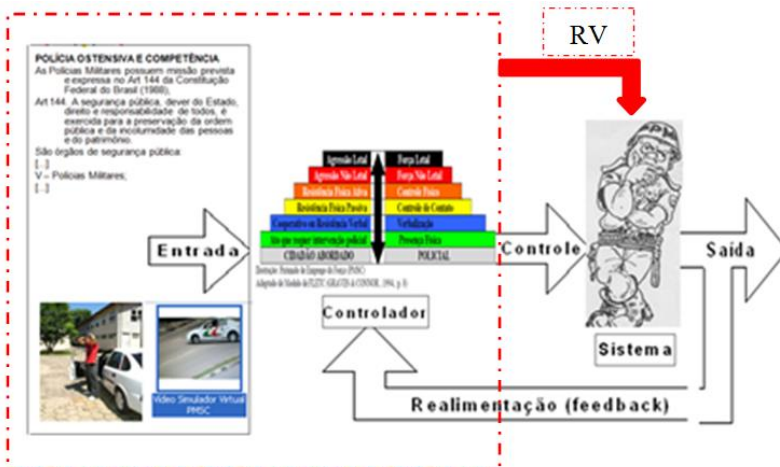
A RV permitiria exercitar, por exemplo, técnicas de emprego de algemas, de busca pessoal, técnicas de progressão no terreno, com uso de abrigos e coberturas, controle e domínio de áreas, abordagem de pessoas, veículos e edificações e outras diversas variáveis técnicas. Possibilitará, desta forma, o que se pretende neste trabalho, a simulação dos encontros mortais, permitindo que aquele exercício ou cena seja repetida quantas vezes for necessário para o desenvolvimento da resposta motora (programa motor), diminuindo assim o tempo resposta do PM ao deparar-se com cena semelhante depois de formado, nas ruas.

A diversidade do ambiente em que a Polícia Militar está inserida exige evolução e adaptação constante para o atendimento adequado das ocorrências policiais, assim, preservando vidas.

As ocorrências analisadas neste capítulo são exemplos que poderiam ter sido previamente praticadas em ambientes de RV, evitando, talvez, desfechos futuros semelhantes. O *feedback* retardado nessas ocorrências, mesmo tendo sua utilidade na pretensão de correção do processo de treinamento, deve ser o último recurso de ensino/aprendizagem usado pela equipe de treinamento.

Assim, o sistema de treinamento também buscará nas experiências vividas – que são resultantes de interações entre indivíduo (PM) e meio, controladas pela pirâmide de emprego da força, produzir uma imersão, auxiliada pelo sistema de RV, que leve à reflexão sobre as práticas cotidianas do seu trabalho, produzindo, dessa forma, conhecimentos que assegurem respostas eficientes nos eventos que demandam a atuação técnica dos indivíduos.

Figura 18 - Sistema cibernético de realimentação com a inserção da RV  
(Sistema de Ensino/Treinamento PMSC)



Fonte: adaptado de Alves (2006, p.111)

Tal sistema mantém-se incessantemente sendo realimentado pelas novas práticas dos indivíduos, que após o processo de ensino e aprendizagem, aprimoram as suas técnicas de trabalho, interagem de

modo diferente com o meio, constroem novas experiências práticas, refazendo o ciclo do sistema.





## **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

### **4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho teve por objetivo ilustrar a tendência do desenvolvimento tecnológico em RV e, a partir disso, mostrar como essas inovações podem contribuir para a melhoria do treinamento policial.

O uso da RV para treinamento policial é uma realidade atualmente utilizada pela PMSC. O desafio dos próximos anos é aperfeiçoar o sistema de RV possibilitando um maior realismo, garantindo, dessa forma, um treinamento mais eficiente, para assim reduzir o número de policiais mortos em confronto armados com criminosos (encontros mortais).

O emprego da RV possibilitará a execução do treinamento policial em cenários, ambientes e em situações simuladas de extremo perigo e risco, com nível de dificuldade atingindo limites extremos, desafiando o profissional responsável pela resolução dos problemas, prática que seria, em tese, de impossível realização senão em ambientes virtuais, os quais permitem a exposição dos PMs a eventos de alto e altíssimo risco, próximos de uma realidade tão necessária ao desempenho e resultado positivo esperado na prática policial operacional diária.

A grande dificuldade em preparar PMs para o enfrentamento de criminosos cada dia mais perigosos e violentos está na impossibilidade da reprodução de situações reais que permitam interatividade e o desenvolvimento técnico adequado e necessário para o sucesso na missão de defesa e preservação da vida do cidadão catarinense e brasileiro.

O grande desafio a ser superado, está na integração das tecnologias da RV com os modelos tradicionais de ensino-aprendizagem. Possibilitar a imersão do PM em um mundo virtual que permita provar experiências e sensações próximas da realidade da atividade profissional policial diária, interagindo, intervindo e participando do processo de aprendizagem, como seu principal ator, na totalidade, será um salto de qualidade no processo de formação do PM catarinense.

O elevado número de PMs mortos e feridos é trágico, situação agravada pela constatação de que muitas vidas perdidas poderiam ter

sido poupadas com o conhecimento técnico adequado e com o necessário treinamento.

Os eventos estudados neste trabalho não representam o total de casos acontecidos durante o período compreendido entre os anos de 1980 até 2009, existem muitas outras ocorrências semelhantes em que os PMs foram vítimas de agressões no momento das abordagens. Portanto, esta pesquisa não se encerra com as informações aqui apresentadas.

#### 4.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como recomendações para trabalhos futuros, fica o desafio da construção de um protótipo portátil que possibilite a implementação (ou implantação) do sistema proposto nesta dissertação, viabilizando, dessa forma, a inserção da RV no treinamento policial para enfrentamento de criminosos (encontros mortais), com mobilidade e acessibilidade a todos os PMs, em qualquer lugar do Estado e, talvez cruzando as fronteiras de outros estados da federação e alcançando outras corporações policiais do Brasil. Também a realização de futuras pesquisas que estudem melhor aspectos da efetivação da abordagem, mensurações de desempenho e comparação com outras formas de treinamento dos policiais, tanto técnicas quanto envolvendo custos, dentre outros aspectos.

## REFERÊNCIAS

ALVES, J. B. da M. Teoria Geral de Sistemas. Preprint: 2006.

\_\_\_\_\_. Teoria Geral de Sistemas – em busca da interdisciplinaridade. Florianópolis: Instituto Stela. 2006. 179p. [ISBN 978-85-99406-38-0]

ANDER-EGG, E. Introducción a las técnicas de investigación social: para tra- bajadores sociales. 7. ed. Buenos Aires: Humanitas, 1978. [Parte I, Capítulo 1]

ANDRADE, M. M. Introdução à metodologia do trabalho científico. São Paulo: Atlas, 1995. 140p.

BELLINGER, G. Systems Thinking – an operational perspective of the universe. Systems university on the net: 1996. Disponível em: <<http://www.Radix.net/~crbnblu>>. Acesso em: 16 de nov. 2013.

BELFORD, S. et al. Understanding and constructing shared spaces with mixed reality boundaries. ACM ToCHI, v.5, n.3, p. 185-223, 1998.

BERTALANFFY, L. Teoria geral dos sistemas. 3 ed. Petrópolis: Vozes, 1977.

BERTRAM, J.; MOSKAULIK, J.; CRESS, U. Virtual police: acquiring Knowledge-in-use in Virtual Training Environments. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY INNOVATION, 1., 2011, Singapura. Proceedings... Singapura: IEEE, 2011. p. 19-20

BIGKIF. Youtube. Disponível em: <[http://i1.ytimg.com/vi/USyoT\\_Ha\\_bA/hqdefault.jpg](http://i1.ytimg.com/vi/USyoT_Ha_bA/hqdefault.jpg)>. Acesso em: 13/11/2013.

BRASIL. Código Tributário Nacional. Brasília, DF, 1966. LAZZARINI, Álvaro. Estudos de direito administrativo. 2. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1999.

\_\_\_\_\_. Constituição da República Federativa do Brasil. 1946. Poder Legislativo. Brasília, DF, 1946.

\_\_\_\_\_. Constituição da República Federativa do Brasil. 1988. Poder Legislativo. Brasília, DF, 1988.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 88.777, aprova o Regulamento para as Polícias Militares e Corpos de Bombeiros Militares (R-200). Brasília, DF, 1983.

\_\_\_\_\_. Matriz Curricular Nacional. Ministério da Justiça. Secretaria Nacional de Segurança Pública. Brasília, DF, 2003

\_\_\_\_\_. Parecer GM nº 25. Advocacia Geral da União. Brasília, DF, 2001.

CAPRA, F. A teia da vida. 4. ed. São Paulo: Cultrix, 1999.

\_\_\_\_\_. A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos. 11. ed. São Paulo: Cultrix, 2008.

CHARNIAK, E.; MCDERMOTT, D. A bayesian model of plan recognition. Massachusetts: Addison-Wesley, 1985.

COOK, R.L.; TORRANCE, K.E. A reflectance model for computer graphics. ACM Transactions on Graphics, v.1, n.1, jan. 1982.

COSTA, R. M.; RIBEIRO, M. W. S. Aplicações da realidade virtual e aumentada. SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND ARGUMENTED REALITY, 11., 2009, Porto Alegre. Livro do pré-simpósio. Porto Alegre: 2009.

BONO, E. Wordpower – an illustrated dictionary of vital words. New York: Penquin Books, 1977.

DEFANTI, T. A. et al. The StarCAVE, a third-generation CAVE and virtual reality. OptiPortal. Future Generation Computer Systems, v. 25, n. 2, fev. 2009, p. 169-178.

DEMO, P. O porvir. Desafio das linguagens do século XXI. Curitiba: IBPEX, 2007.

GIL, A. C. Como elaborar Projetos de Pesquisa. 5ª. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

FERLIN, P. E. Engenharia & Tecnologia by Prof. Edson Pedro Ferlin. 2013. Disponível em: <<http://professorferlin.blogspot.com.br/2011/10/realidade-virtual-do-abstrato-ao.html>>. Acesso em: 14/11/2013.

GLASSNER, A. (Ed.). An introduction to ray tracing. Nova Iorque: NY Press, 1989.

GUIMARÃES, F. M. Introdução à terceira edição. In: BERTALANFFY, L. von. Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações. Tradução de Francisco M. Guimarães. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

HAUGELAND, J. Artificial intelligence: the very idea. Massachusetts: MIT Press, 1985.

HIMONA, S. et al. Sympol VR – a virtual reality law enforcement training simulator. MEDITERRANEAN CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS, 6., 2011, [S.l.]. Proceedings... [S.l.]: 2011.

KAKIMOTO, M. et al. Glare Generation Based on Wave Optics. Computer Graphics Forum. v. 24, n. 22, p. 185-193, jun. 2005.

KIRNER, C.; SISCOUTTO, R. (Ed.). Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. SYMPOSIUM ON VIRTUAL AND ARGUMENTED REALITY, 9., 2007, Petrópolis. Livro do Pré-Simpósio. Rio de Janeiro: 2007

KIRNER, Claudio; SISCOUTTO, Robson. Realidade virtual e aumentada: Uma abordagem tecnológica. Livro do Pré-Simpósio. X Symposium on Virtual and Argumented Reality. João Pessoa, PB: 2008.

KIRNER, C.; SISCOUTTO, R.; TORI, R. (Ed.). Fundamentos e tecnologia da realidade virtual e aumentada. SYMPOSIUM ON

VIRTUAL AND ARGUMENTED REALITY. 8., 2006, Belém. Livro do Pré-Simpósio. Pará: 2006.

KURZWEIL, R. The age of spiritual machines. Massachusetts: MIT Press, 1990.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliografia, projetos e relatórios, publicações e trabalhos científicos. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LAZZARINI, A. Temas de Direito Administrativo. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2000. 240p.

\_\_\_\_\_. Temas de Direito Administrativo. 2. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2003.

MEIRELES, H. L. Direito administrativo brasileiro. 20. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 1995. p. 110.

LÉVY, P. Cibercultura. Rio de Janeiro: Editora 34, 1999.

LIEBER, R. R. Teoria de Sistemas. Guaratinguetá: UNESP, 1998.

LITWIN, E. (Org.). Tecnologia educacional: política, histórias e propostas. Porto Alegre: Artmed, 1997.

LUGER, G. F. Inteligência artificial: estruturas e estratégias para a solução de problemas complexos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004. 774 p. [ISBN 85-363-0396-4]

MCCARTNEY, S. ENIAC: the triumphs and tragedies of the world's first computer. New York: Walker & Company, 1999.

MANZO, A. J. Manual para la preparaci6n de monografias: una guía para presentar informes y tesis. Buenos Aires: Humanitas, 1971.

MATURANA, H. R.; VARELA, F.J. A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana. São Paulo: Palas Atenas, 2001.

MAXIMIANO, A. C. A. Introdução a Administração. 5 ed. Atlas. São Paulo: 2000.

MOREIRA, C. N.; CORRÊA, M. W. Manual de prática policial da PMMG. Centro de Pesquisa e Pós-Graduação da PMMG. Minas Gerais: 2002.

NVIDIA. 2013. Disponível em:  
<<http://www.nvidia.com.br/object/advanced-rendering-br.html>>. Acesso em: 13/11/2013.

OLIVEIRA, D. de P. R. de. Sistemas, organizações e métodos: uma abordagem gerencial. 13. ed. São Paulo: 2002.

POOLE, D.; MACKWORTH, A. K.; GOEBEL, R. Computational intelligence: a logical approach. Oxford: Oxford University, 1998.

POLICIA MILITAR DE SANTA CATARINA (PMSC). Normas Gerais de Ensino da PMSC. Florianópolis: 2013

PAULA, A. S. de. Pesquisa científica na educação jurídica: reflexões acerca de sua ausência e de suas múltiplas consequências. 2005. Disponível em:  
<<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=7721>> Acesso em: 4 jul. 2007.

RIBEIRO, A. L. Teoria da administração. São Paulo: Saraiva, 2003.

RICH, E. KNIGHT, K. Inteligência Artificial. 2. ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 1994. 722p. [ISBN 85-346-0122-4]

RICHARDSON, R. J. Pesquisa social: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1989.

ROSA, A. P. da. Análise do atendimento de ocorrências policiais que resultaram em policiais militares mortos e feridos. *Revista Ordem Pública*, v. 3, n. 1 e 2, p.62, 2010.

ROSA, A. J. P. da et al. A utilização da realidade virtual e aumentada na formação dos Policiais Militares em Santa Catarina. *SIMPÓSIO NACIONAL ABCIBER*, 5., 2012, Florianópolis. *Proceedings...* Florianópolis: 2012.

SALVADOR, Â. D. Métodos e técnicas de pesquisa bibliográfica: elaboração de trabalhos científicos. 8. ed. Porto Alegre: Sulina, 1980.

SANTAELLA, L. Navegar no ciberespaço: o perfil cognitivo do leitor imersivo. São Paulo: Paulus, 2004.

SANTANA, M.; BORGES, L. C. Estudo de caso de ocorrência policial. Preprint: 2011. [Dados retirados da Diretoria de Pessoal da PMSC]

SANTOS, E. S.; LAMOUNIER, E. A.; CARDOSO, A. Interaction in augmented reality environments using kinect. *SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY*, 13., 2011, Uberlândia. *Proceeding...* Minas Gerais: 2011.

SANTOS FILHO, J. C. dos. Pesquisa quantitativa versus pesquisa qualitativa: o desafio paradigmático. In: SANTOS FILHO, J. Camilo dos; GAMBOA, S. S. *Pesquisa educacional: quantidade-qualidade*. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2001. p.13-59

SARTORI, V. Comunidade de prática como ferramenta de compartilhamento de conhecimento na educação a distância. 2012. 144f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SHERMAN, W. R. CRAIG A. B. *Understanding virtual reality: interface, application and design*. San Francisco: Elsevier, 2006.



TECHCLUBE. 2013. Disponível em:  
<<http://www.techclube.com.br/blog/eniac-o-primeiro-computador/>>.  
Acesso em: 13/11/2013

TEIXEIRA, H. M. P.; GUBIANI, J. S.; e CARVALHO NETO, C. Z. Novas tecnologias na educação: uma visão sistêmica. In: FACHIN, G. R. B. et al. (Org). Teoria Geral de Sistemas: uma abordagem multidisciplinar do conhecimento. Florianópolis: UFSC - Programa de Pós-graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento, 2007.

THE FATHER OF VIRTUAL REALITY. 2013. Disponível em:  
<<http://www.mortonheilig.com/InventorVR.html>>. Acesso em:  
13/11/2013.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. 2013. Disponível em: <<http://www.egc.ufsc.br/>>. Acesso em: 31/01/2014

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Realidade virtual. 2013. Disponível em: <: <http://www.lsi.usp.br/interativos/nrv/fotos.html#>>.  
Acesso em:14/11/2013

ZAKROS INTERARTS. 2013. Disponível em:  
<<http://www.w2vr.com/timeline/Sutherland.html>>. Acesso em:  
13/11/2013.

WEISBERG, D. E. The engineering design revolution: the People, companies and computer systems that changed forever the practice of engineering. 2008. Disponível em:  
<<http://www.cadhistory.net>>. Acesso em: jun. 2012.

XIAOWEI, W. Virtual reality technology in simulation training system of important person security guard. INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING AND SERVICE SCIENCES, 12., China, 2010. Proceedings... China: IEEE, 2010.



## ANEXO A

### Grade Curricular do Curso de Formação de Oficiais (CFO/PMSC)

#### 1º CFO - 1º Semestre

Nº	Disciplina	C.H.
1	História de Polícia	30
2	Teoria Geral das Ciências Policiais	30
3	Doutrina de Polícia Ostensiva	45
4	Legislação Institucional I	45
5	Direito Administrativo Disciplinar I	45
6	Telecomunicações	15
7	Armamento, Munição e Tiro Policial I	75
8	Ordem Unida I	60
9	Saúde e Atividade Física I	60
10	Defesa Pessoal Policial I	45
11	Documentos Operacionais de Encerramento de Ocorrências	60
12	Legislação de Trânsito	60
13	Técnicas de Polícia Ostensiva	90
14	Ética e Cidadania	30
15	Documentos Oficiais e Correspondência Militar	15
16	Protocolo e Cerimonial Militar	15
17	Cultura Organizacional	30
18	Teoria Geral de Administração	30
19	Tópicos Especiais*	30
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>810</b>

\*Disciplina definida pelo Núcleo Docente Estruturante e aprovado em análise do Conselho de Ensino Superior.

**2º CFO - 2º Semestre**

<b>Nº</b>	<b>Disciplina</b>	<b>C.H.</b>
1	Direito Administrativo Disciplinar II	45
2	Direito Penal e Processual Penal Militar	60
3	Operações de Polícia Ostensiva I	45
4	Polícia Comunitária	30
5	Trabalhos de Comando e Estado Maior I	30
6	Legislação Institucional II	45
7	Criminalística e Investigação Policial	30
8	Armamento, Munição e Tiro Policial II	45
9	Saúde e Atividade Física II	60
10	Ordem Unida II	60
11	Defesa Pessoal Policial II	45
12	Fundamentos da Gestão Pública	45
13	Socorros de Urgência e Atividade de Bombeiro Militar	45
14	Tecnologia da Informação	30
15	Direitos Humanos	30
16	Tópicos Especiais de Direito Penal e Processual Penal	45
17	Introdução a Antropologia Social	45
18	Policimento Ostensivo de Trânsito	30
19	Tópicos Especiais*	30
20	Estágio Supervisionado I**	0
21	Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS***	0
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>795</b>

\*Disciplina definida pelo Núcleo Docente Estruturante e aprovado em análise do Conselho de Ensino Superior.

\*\* O Estágio Supervisionado I corresponde a 60 horas.

\*\*\* Disciplina Optativa: 15h/a

**3º CFO - 3º Semestre**

<b>Nº</b>	<b>Disciplina</b>	<b>C.H.</b>
1	Operações de Polícia Ostensiva II	45
2	Comando, Chefia e Liderança	30
3	Direito Ambiental	45
4	Metodologia do Ensino Superior	45
5	Metodologia da Pesquisa	45
6	Gestão em Defesa Civil	30
7	Abordagem Sócio-Psicológica da Violência e do Crime	30
8	Trabalhos de Comando e Estado Maior II	45
9	Armamento, Munição e Tiro Policial III	45
10	Defesa Pessoal Policial III	45
11	Saúde e Atividade Física III	60
12	Administração de Pessoal	45
13	Polícia Administrativa	45
14	Criminologia	30
15	Doutrina e Segurança de Trânsito	30
16	Processo de Inovação na Segurança Pública	45
17	Tópicos Especiais*	30
18	Estágio Supervisionado II**	0
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>690</b>

\*Disciplina definida pelo Núcleo Docente Estruturante e aprovado em análise do Conselho de Ensino Superior.

\*\* O Estágio Supervisionado II corresponde a 60 horas.

**4º CFO - 4º Semestre**

<b>Nº</b>	<b>Disciplina</b>	<b>C.H.</b>
1	Administração Financeira e Orçamentária	45
2	Administração de Materiais e Logística	45
3	Comunicação Social	30
4	Inteligência Policial Militar	45
5	Polícia Judiciária Militar	30
6	Armamento, Munição e Tiro Policial IV	30
7	Ordem Unida III (Treinamento formatura)	30
8	Saúde e Atividade Física IV	60
9	Defesa Pessoal Policial IV	45
10	Operações de Polícia Ostensiva III	30
11	Gerenciamento de Crise e Negociação	30
12	Mediação de Conflitos	30
13	Policimento Orientado à Solução de Problemas	30
14	Introdução à Prevenção às Drogas - PROERD	20
15	Elaboração e Gestão de Projetos	30
16	Saúde Mental e Gerenciamento do Estresse	30
17	Tópicos Especiais*	30
18	Estágio Supervisionado III**	0
19	Estágio Administrativo***	0
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>590</b>

\*Disciplina definida pelo Núcleo Docente Estruturante e aprovado em análise do Conselho de Ensino Superior.

\*\* O Estágio Supervisionado III corresponde 60 horas.

\*\*\* O Estágio Administrativo corresponde a 100 horas.

## Grade Curricular do Curso de Formação de Soldados (CFSD/PMSC)

<b>Módulo I</b>	<b>Nº</b>	<b>Disciplina</b>	<b>C/H</b>
10/11 Semanas	01	Ciência Comportamental	20
	02	Criminalística e Investigação Criminal	25
	03	Criminologia Aplicada à Segurança Pública	30
	04	Defesa Pessoal	30
	05	Direito Penal I	45
	06	Introd. Ao Estudo do Direito e Constitucional	30
	07	Legislação de Trânsito I	30
	08	Legislação Institucional	60
	09	Ordem Unida I	15
	10	Saúde e Aptidão Física I	30
	11	Sistema de Seg.Pública no Brasil	25
	12	Técnicas de Polícia Ostensiva I	45
	13	Teoria do Tiro e Tiro Policial I	45
	14	Tecnologia da Informação	30
	15	Prevenção e Combate a Incêndio	15
		ADD	5
		<b>Total</b>	<b>480h/a</b>

<b>Estágio</b>	Estágio Supervisionado	5 h/a
----------------	------------------------	-------

<b>Módulo II</b>	<b>Nº</b>	<b>Disciplina</b>	<b>C/H</b>
10/11 Semanas	01	Polícia Comunitária	25
	02	Defesa Pessoal II	30
	03	Direitos Humanos	30
	04	Documentos Operacionais	45
	05	Direito Penal II	45
	06	Ética e Cidadania	15
	07	Direito Processual Penal	30
	08	Gerenciamento de Estresse e Saúde Mental	30
	09	Legislação de Trânsito II	30
	10	Ordem Unida II	15
	11	Mediação de Conflitos	20
	12	Saúde e Aptidão Física II	30
	13	Técnica de Polícia Ostensiva	45
	14	Tiro Policial - Taser	15
	15	Tiro Policial II	30
	16	Uso Progressivo da Força	15
		ADD	10
		<b>Total</b>	<b>460</b>

<b>Estágio</b>	Estágio Supervisionado	10 h/a
----------------	------------------------	--------

<b>Módulo III</b>	<b>Nº</b>	<b>Disciplina</b>	<b>C/H</b>	
9/10 semanas	01	Direito da Criança e do Adolescente	15	
	02	Atendimento Pré Hospitalar	45	
	03	Defesa Pessoal III	30	
	04	Direção Defensiva Policial	30	
	05	Direito Ambiental	30	
	06	Direito Penal Militar e Processual Penal Militar	30	
	07	Inteligência de Segurança Pública	20	
	08	Introdução à Prevenção às Drogas	20	
	09	Análise e Solução de Problemas	15	
	10	Op. de Trânsito	20	
	11	Operações de Polícia Ostensiva	60	
	12	Gerenciamento de Crises e Negociação	15	
	13	Ordem Unida III	15	
	14	Espanhol I e II	30	
	15	Saúde e Aptidão Física III	30	
	16	Tiro Policial III	45	
			ADD	10
			<b>Total</b>	<b>460</b>
<b>Estágio</b>	<b>Estágio Supervisionado</b>		<b>30 h/a</b>	