



SENAI CIMATEC

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELAGEM
COMPUTACIONAL E TECNOLOGIA INDUSTRIAL
Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

Dissertação de mestrado

**Aparelho Psíquico de Freud: uma busca pela
caracterização de seus caminhos**

Apresentada por: Jayme de Oliveira Filho
Orientador: Hernane Borges de Barros Pereira
Co-orientador: José Garcia Vivas Miranda

Junho de 2012

Jayme de Oliveira Filho

Aparelho Psíquico de Freud: uma busca pela caracterização de seus caminhos

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial, Curso de Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial do SENAI CIMATEC, como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial**.

Área de conhecimento: Interdisciplinar

Orientador: Hernane Borges de Barros Pereira
SENAI CIMATEC

Co-orientador: José Garcias Vivas Miranda
UFBA

Salvador
SENAI CIMATEC
2012

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca da Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

O48a

Oliveira Filho, Jayme de

Aparelho psíquico de Freud: uma busca pela caracterização de seus caminhos / Jayme de Oliveira Filho - 2012.

106f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Hernane Borges de Barros Pereira

Coorientador: Prof. Dr. José Garcia Vivas Miranda

Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial) – Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Tecnologia Senai - CIMATEC, Salvador, 2012.

1. Psicanálise – Modelagem computacional. 2. Redes complexas. 3. Neurônio - Psicanálise. 4. Modelagem computacional - Aparelho psíquico de Freud. I. Faculdade de Tecnologia Senai - CIMATEC. II. Pereira, Hernane Borges de Barros. III. Miranda, José Garcia Vivas. IV. Título.

CDD: 620.00113

Nota sobre o estilo do PPGMCTI

Esta dissertação de mestrado foi elaborada considerando as normas de estilo (i.e. estéticas e estruturais) propostas aprovadas pelo colegiado do Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial e estão disponíveis em formato eletrônico (*download* na Página Web <http://www.fieb.org.br/senai/ppgmcti/> ou solicitação via e-mail à secretaria do programa) e em formato impresso somente para consulta.

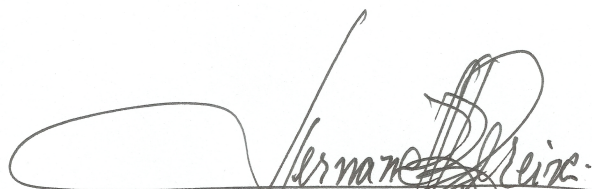
Ressalta-se que o formato proposto considera diversos itens das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entretanto opta-se, em alguns aspectos, seguir um estilo próprio elaborado e amadurecido pelos professores do programa de pós-graduação supracitado.

Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Mestrado Acadêmico em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial

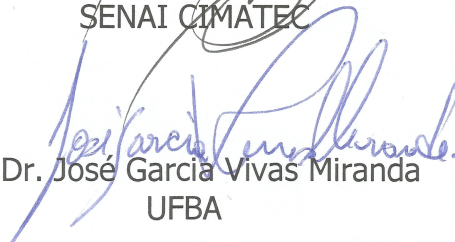
A Banca Examinadora, constituída pelos professores abaixo listados, aprova a Defesa de Mestrado, intitulada "APARELHO PSÍQUICO DE FREUD: UMA BUSCA PELA CARACTERIZAÇÃO DE SEUS CAMINHOS", apresentada no dia 29 de maio de 2012, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial.

Orientador



Prof. Dr. Hernane Borges de Barros Pereira
SENAI CIMATEC

Co-orientador



Prof. Dr. José Garcia Vivas Miranda
UFBA

Membro Interno



Prof. Dr. Gilney Figueira Zebende
SENAI CIMATEC

Membro externo



Prof. Dr. Inácio de Sousa Fadigas
UEFS

Membro externo



Prof.ª Dr.ª Denise Maria Barreto Coutinho
UFBA

A meu pai, a minha mãe. A minha família.

Agradecimentos

Agradeço a Deus pelo privilégio de poder tentar. Agradeço a Ele também pelos recursos materiais com que me muniu para que eu conseguisse chegar até aqui. Mas, sobretudo, agradeço a Ele pelas pessoas com as quais interagi ao longo dessa jornada. Meus pais, que desde o início se incumbiram dos cuidados necessários ao meu crescimento pessoal, ético, e moral; minha esposa Mônica, com quem tive o privilégio de casar e a quem devo tanto; meus filhos Quel, Zaque, e Peu, por serem a matiz da minha vida, senão ela própria; a professora Denise Coutinho, que muito pacientemente me ajudou a conhecer melhor o *Aparelho Psíquico de Freud*; meus orientadores Hernane e Garcia, a cuja tolerância serei sempre devedor, e por quem nutro imensa admiração, pela competência, pelo profissionalismo, e especialmente pelo carinho com que sempre trataram a mim e a minhas questões. Os amigos também – e foram muitos – que me ajudaram, incentivaram, corrigiram e apoiaram. Agradeço a cada um, esperançoso de poder de alguma forma, em algum tempo, retribuir o bem enorme que me fazem.

Salvador, Brasil
29 de Junho de 2012

Jayne de Oliveira Filho

Resumo

Em 1895, Sigmund Freud confidenciou ao amigo e colega Fliess um projeto no qual trabalhava cujo objetivo seria construir um aparelho teórico, hipotético, de funcionamento análogo ao sistema nervoso. Esse texto, publicado apenas após a morte do autor e à sua revelia, ficou conhecido como *Projeto*, e o aparelho como *Aparelho Psíquico de Freud* ou simplesmente *APF*. Embora o próprio Freud o tenha abandonado, atualmente os estudiosos enxergam o *APF* como um importante marco da psicanálise. Em seu fulcro encontra-se a capacidade de criar traços de memória a partir da passagem continuada de estímulos por certos caminhos paulatinamente constituídos na rede neuronal. Neste trabalho, essa capacidade é avaliada em busca de sua caracterização e também da verificação das melhores condições para que os caminhos sejam formados. Para isso são utilizadas redes complexas das topologias *Aleatória* e *Mundo Pequeno* que compõem, junto com outras variáveis, cenários para simulações. Os resultados encontrados não apenas apontam algumas características marcantes nos caminhos observados em cada uma das duas topologias verificadas, como também revelam certos problemas que podem comprometer o seu processo de estabilização.

Palavras-chave: Aparelho Psíquico de Freud, redes complexas, neurônio, caminho, psicanálise.

Abstract

In 1895, Sigmund Freud disclose a project he was working to his friend and colleague Fliess, whose purpose was to build a theoretical and hypothetical device, analogous to the functioning of the nervous system. This text, published after the author's death, became known as *Project*, and the theoretical apparatus as *Freud's Psychic Apparatus* or simply *FPA*. Although Freud has abandoned the *FPA*, nowadays, scholars see it as an important milestone of psychoanalysis, because it records the ability of the nervous system to create memory traces from the passage of stimuli continued for some pathways, which are gradually built in the neural network. This capability is evaluated in this work from a computer model to investigate its characteristics and to determine the best conditions for the formation of these pathways. For this are used complex networks of Random and Small World topologies that comprising, with other variables, scenarios for simulations. The results show some striking features in the pathways observed in each of the two topologies verified, and also reveal some problems that can compromise the process of stabilization.

Keywords: Freud's Psychic Apparatus, complex network, neuron, pathway, psychoanalysis.

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Definição do problema	5
1.2	Objetivo geral	6
1.3	Objetivos específicos	6
1.4	Aspectos metodológicos	6
1.5	Limites e limitações	9
1.6	Organização da dissertação	10
2	Redes Complexas	11
2.1	Conceitos Elementares	12
2.2	Definições	14
2.3	Conexidade	16
2.4	Caminhos	17
2.5	Topologias	17
2.5.1	Regular	18
2.5.2	Mundo Pequeno	18
2.5.3	Aleatória	20
3	Aparelho Psíquico de Freud	21
3.1	Primeiro Postulado Principal: a concepção quantitativa	22
3.1.1	Princípio da inércia	23
3.1.2	Princípio da constância	24
3.2	Segundo Postulado Principal: a teoria neuronal	25
3.3	As barreiras de contato	26
3.4	Memória	28
3.5	Sistemas neuronais: $\phi \psi \omega$	31
4	Modelo	34
4.1	Visão geral	35
4.2	Arquitetura do modelo	36
4.3	Tópicos	37
4.3.1	A estrutura	37
4.3.1.1	Barreiras de contato	39
4.3.1.2	Retenção e transmissão de Q	43
4.3.2	O ambiente	44
4.3.2.1	Fronteiras do modelo	45
4.3.3	A dinâmica	46
4.4	Arquivo de configuração	46
5	Simulações	48
5.1	Metodologia	48
5.1.1	Redes complexas	48
5.1.2	Método de estimulação	50
5.2	Cenários	51
5.3	Resultados	54

5.3.1	Análise detalhada do N^{158}	54
5.3.2	O loop	65
5.3.3	Análise do Cenário 1	67
5.3.4	Análise do Cenário 2	70
5.3.5	Análise do Cenário 3	71
5.3.6	Análise conjunta dos Cenários 1, 2 e 3	72
5.3.7	Análise do Cenário 4	74
5.3.8	Análise do Cenário 5	74
5.3.9	Análise conjunta dos Cenários 2, 4 e 5	75
5.3.10	Análise conjunta dos Cenários 4, 6 e 7	76
6	Conclusões	77
6.1	Contribuições	83
6.2	Trabalhos futuros	84
6.2.1	Grandeza do caminho	84
6.2.2	Novos padrões de estimulação	85
6.2.3	Utilização computacional	85
6.3	Considerações finais	86
A	Sobre o contraditório no <i>APF</i>	87
A.1	Transferência de Q	87
	Referências	90

Lista de Tabelas

2.1	Exemplos de redes utilizadas em trabalhos científicos.	14
2.2	<i>Grau k por vértice</i>	15
2.3	<i>Graus de entrada (k_i) e saída(k_o) por vértice</i>	16
3.1	<i>Resumo dos sistemas do APF</i>	33
4.1	<i>Resultados obtidos com o uso da Equação 4.1 para cálculo do decaimento das barreiras ($Q = 0,25$)</i>	42
5.1	<i>Redes Aleatórias criadas para simulações</i>	49
5.2	<i>Redes Mundo Pequeno criadas para simulações</i>	50
5.3	<i>Barreiras da vizinhança de N^x</i>	52
5.4	<i>Cenários</i>	53
5.5	<i>Cenários 1, 2 e 3</i>	54
5.6	<i>Cenários 2, 4 e 5</i>	54
5.7	<i>Cenários 4, 6 e 7</i>	54
5.8	<i>Configuração das variáveis para as simulações com N^{158}</i>	55
5.9	<i>N^{158}: Propagações após E_{14}</i>	55
5.10	<i>N^{158}: Nível de Q residual após as primeiras 15 estimulações</i>	56
5.11	<i>N^{158}: Propagações após E_{42}</i>	57
5.12	<i>N^{158}: Propagações após E_{56}</i>	58
5.13	<i>Configuração das variáveis para o Cenário 1</i>	67
5.14	<i>Percentual de Loops para as redes do Cenário 1</i>	67
5.15	<i>Distribuição da ocorrência de loops por intervalo de estimulações nas redes do Cenário 1</i>	68
5.16	<i>Configuração das variáveis para o Cenário 2</i>	70
5.17	<i>Percentual de loops para as redes do Cenário 2</i>	70
5.18	<i>Configuração das variáveis para o Cenário 3</i>	71
5.19	<i>Percentual de Loops para as redes do Cenário 3</i>	71
5.20	<i>Tamanho médio dos caminhos nos Cenários 1, 2 e 3</i>	73
5.21	<i>Configuração das variáveis para o Cenário 4</i>	74
5.22	<i>Configuração das variáveis para o Cenário 5</i>	75
5.23	<i>Percentual de ocorrência de loops/caminhos no Cenário 5</i>	75
5.24	<i>Percentual de loops ocorridos nos Cenários 2, 4 e 5</i>	76
5.25	<i>Percentual de loops ocorridos nos Cenários 4, 6 e 7</i>	76

Lista de Figuras

1.1	Mapa conceitual. Fonte: autor	9
2.1	Rede de contatos sexuais. Fonte: Potterat et al. (2002)	11
2.2	Ilustração das pontes de Könisberg. Fonte: Sautoy (2007)	12
2.3	Exemplo de grafo. Fonte: autor	12
2.4	Exemplos de grafos com elementos diferenciados. Fonte: autor	13
2.5	Exemplo de digrafo. Fonte: autor	13
2.6	Exemplo de digrafo composto. Fonte: autor	14
2.7	Grafo G. Fonte: autor	15
2.8	Exemplo de digrafo simples. Fonte: autor	15
2.9	Conexidade de digrafos. Fonte: autor	16
2.10	Mutações topológicas geradas pelo aumento da aleatoriedade. Fonte: Watts e Strogatz (1998)	18
2.11	Exemplo de rede de relacionamentos. Fonte: Barabási (2003, pág. 41)	19
3.1	Sequência de propagações de Q através de neurônios de uma rede. Fonte: autor	24
3.2	Neurônio e suas múltiplas vias de transmissão. Fonte: autor	24
3.3	Neurônio com uma de suas vias de transmissão facilitada após passagem de Q . Fonte: autor	27
3.4	Fluxo de Q e facilitação das <i>barreiras de contato</i> . Fonte: autor	28
3.5	Aumento da complexidade para formação de caminhos estáveis. Fonte: autor	29
3.6	Neurônio N^1 e seus vizinhos receptores. Fonte: autor	29
3.7	Transmissão de N^1 para um dos seus vizinhos. Fonte: autor	30
4.1	Seções do <i>neurônio</i> . Fonte: autor	38
4.2	Esquema transmissão/bloqueio de Q . Fonte: autor	39
4.3	Nível das <i>barreiras</i> após sucessivas passagens de Q ($Q = 0, 25$). Fonte: autor	43
4.4	Seção B do <i>neurônio</i> modelado. Fonte: autor	43
4.5	Modelo hidráulico. Fonte: autor	44
5.1	Fluxograma do método de estimulação. Fonte: autor	51
5.2	N^{158} : Propagações após E_{14} . Fonte: autor	55
5.3	N^{158} : Propagações após E_{42} . Fonte: autor	57
5.4	N^{158} : Propagações após E_{56} . Fonte: autor	58
5.5	N^{158} : gráficos até E_{100} . Fonte: autor	59
5.6	N^{158} : caminho em E_{1251} . Fonte: autor	60
5.7	N^{158} : caminho em E_{1946} . Fonte: autor	61
5.8	N^{158} : gráficos até $E_{5.000}$. Fonte: autor	62
5.9	N^{158} : gráficos até $E_{50.000}$. Fonte: autor	64
5.10	Gráficos de Q residual e <i>neurônios ativos</i> para simulações com N^{309} e N^{691} . Fonte: autor	65
5.11	Gráficos de Q residual e <i>neurônios ativos</i> para simulações com N^{388} e N^{835} . Fonte: autor	66
5.12	Loop. Fonte: autor	67

5.13	Gráficos de Q residual com diferentes padronagens para as redes Aleatória e <i>Mundo Pequeno</i> . Fonte: autor	68
5.14	Gráficos de Q residual e <i>Neurônios ativos</i> em redes <i>Aleatórias</i> e <i>Mundo Pequeno</i> . Fonte: autor	69
5.15	Coletânea de gráficos de Q residual. Fonte: autor	72
6.1	Alternativas para trânsito de Q . Fonte: autor	78
6.2	Coletânea de gráficos característicos de Q residual para redes <i>Aleatórias</i> e <i>Mundo Pequeno</i> . Fonte: autor	81
6.3	Reexame da simulação estendida ($E_{50.000}$) de N^{158} . Fonte: autor	82
6.4	Ideia preliminar sobre topologias mais adequadas ao <i>APF</i> . Fonte: autor	84

Lista de Siglas

PPGMCTI ..	Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial
APF	Aparelho Psíquico de Freud

Introdução

O século XIX foi um período marcado por grandes avanços nas áreas da Ciência e da tecnologia. A integração cada vez mais acentuada entre essas duas áreas alavancava uma à outra alimentando um círculo virtuoso e transformador. A ideia de progresso, disseminada a partir das novas perspectivas abertas pelo Iluminismo, contagiava a sociedade e tornava as pessoas mais confiantes em relação aos benefícios que as recentes e sucessivas descobertas poderiam causar em suas vidas. Essa nova atmosfera, que o filósofo Jeremy Bentham definiu como *clima de opinião*, representou a base para as grandes mudanças que a revolução industrial em breve geraria.

Portanto, em relação ao século XIX, “parece razoável afirmar que o clima de progresso crescia e se ampliava, e de bom grado acolhia as inovações” (ROBERTS, 2000, pág. 535).

Com efeito, novos e intrigantes objetos, capazes de realizações até então inimagináveis, eram revelados às pessoas em meio ao seu cotidiano. Foi assim em 1895, quando, em Paris, os irmãos Lumière exibiram pela primeira vez para uma plateia pagante um filme: *L'Arrivée d'un Train en Gare*. Aquelas imagens em movimento, geradas a partir de um estranho cinematógrafo, eram o resultado da evolução de diversas técnicas, pesquisas, de muitos experimentos e ideias.

Também sob o efeito desse empuxo evolutivo da ciência e da tecnologia outras áreas do conhecimento surgiram, ao mesmo tempo em que pensamentos consagrados, conceitos que pareciam irrefutáveis, definitivos, eram postos em cheque diante dos novos recursos e descobertas. Foi o que aconteceu, por exemplo, quando Charles Darwin publicou, em 1859, sua obra *Sobre a origem das espécies por meio da seleção natural ou a preservação de raças favorecidas na luta pela vida*, título mais tarde simplificado para *A origem das espécies*. A forma revolucionária de sua interpretação da natureza, conforme defende Browne (2007), foi o ponto de partida para as acirradas discussões que, ainda segundo a autora, caracterizaram o primeiro debate científico internacional da história.

Imerso nesse contexto técnico-científico, Sigmund Freud, depois de abandonar “suas pesquisas histológicas e neurológicas iniciadas no laboratório de fisiologia de Brücke”, passa a se dedicar cada vez mais “à prática e à elaboração do tratamento das psiconeuroses”, julgando estar “próximo da possibilidade de elaborar uma teoria geral sobre o funcionamento psíquico” (FULGENCIO, 2004, pág. 117). É quando, em 20 de outubro de 1895, escreve em uma carta ao colega Wilhelm Fliess, cujo excerto é apresentado por Pribram e Gill (1976, pág. 6):

Durante uma noite da semana passada em que estive muito ocupado em meu trabalho, atormentado com aquela dose certa de dor que parece ser o melhor estado para fazer meu cérebro funcionar, as barreiras caíram repentinamente por terra. Os véus se dissiparam e foi-me possível ter uma visão clara, desde os menores detalhes das neuroses até [as] condições que possibilitam a existência da consciência. Parecia que tudo se encaixava, as engrenagens se ajustavam, dando a impressão de que a coisa era realmente uma máquina, em seu todo, e de que não tardaria em funcionar sozinha. Os três sistemas de neurônios, as condições livre e vinculada de Quantidade, os processos primário e secundário, as duas leis biológicas de atenção e defesa, as tendências principal e conciliante do sistema nervoso, as indicações de qualidade, Realidade e Pensamento, a posição (particular) do grupo psicosexual, a determinante sexual da repressão e, finalmente, as condições necessárias para a consciência como função da percepção – tudo se apresentava perfeitamente claro, e ainda se apresenta. Naturalmente, mal posso conter a minha alegria.

Freud referia-se nessa carta àquilo que mais tarde seria conhecido como o *Aparelho Psíquico de Freud*, doravante chamado de *APF*. Mas o que estava sendo confidenciado por Freud ao amigo Fliess não era exatamente a criação de um aparato físico, material. Freud não criara uma máquina, mas sim um modelo conceitual, teórico, de mente. Escrito – ou rascunhado como preferem alguns autores – sob o título de *Projeto de uma psicologia para neurólogos*, ou simplesmente *Projeto*, esse modelo deve ser visto como

explicativo, não tendo necessariamente uma correspondência exata com o sistema nervoso tal como entendido pela neurologia, embora Freud estabeleça um certo isomorfismo entre o cérebro e o modelo de aparelho psíquico do *Projeto*.

Não quero dizer com isso que o modelo oferecido por Freud no *Projeto* não seja neurológico – embora não me pareça ser este o seu aspecto mais importante –, mas sim que essa neurologia e a anatomia que ele nos apresenta são fantásticas. O *Projeto* não é um trabalho descritivo baseado em observações e experimentos, mas um trabalho teórico de natureza fundamentalmente hipotética. Sem dúvida alguma, Freud se beneficiou das descobertas feitas pela ciência de sua época, mas não lhe prestou obediência estrita. (GARCIA-ROZA, 2004b, pág. 80)

Para Fulgencio (2008, pág. 249), o aparelho psíquico apresentado no *Projeto* é uma “metáfora, sendo tão-somente avaliável por seu valor heurístico e jamais por seu valor empírico”.

O *Projeto* não é, portanto, uma tentativa de explicação do funcionamento do aparelho psíquico em bases anatômicas, mas, ao contrário, implica uma recusa da anatomia e da neurologia da época, e a conseqüente elaboração de uma ‘metapsicologia’. (GARCIA-ROZA, 2004b, pág. 81)

Contudo, Freud não chegou a concluir o texto do *Projeto* e após o envio dos manuscritos para Wilhelm Fliess, fato que ocorreu a despeito da sua própria hesitação, resolveu abandoná-los. Por isso alguns autores o consideram como um rascunho apenas. Entretanto, é importante destacar que

o que Freud recusou foi o texto considerado como um conjunto acabado, mas não as idéias ou algumas das ideias nele contidas e que, com o passar do tempo, ele foi reinscrevendo algumas

das noções do *Projeto* em obras que considerava como já expressivas do seu pensamento psicanalítico. (GARCIA-ROZA, 2004b, pág. 70)

De qualquer sorte, uma vez enviados a Fliess, os manuscritos do *Projeto* permaneceram longe do alcance de Freud durante quarenta e dois anos. Quando os reencontrou, estavam em posse de Marie Bonaparte, princesa da Grécia e da Dinamarca, e sua ex-paciente. Ela havia comprado toda a correspondência Freud/Fliess, inclusive os manuscritos. E, não obstante os esforços de Freud para reaver sua correspondência, Marie Bonaparte conseguiu preservá-la, salvando o *Projeto* da destruição iminente. Mesmo assim, embora redigido em 1895, sua primeira publicação só aconteceu em 1950, onze anos após a morte do autor. Durante todo esse período, à exceção de Fliess, nem mesmo os amigos mais próximos a Freud tomaram conhecimento da existência desse trabalho, o que acaba conferindo a ele um caráter peculiar em relação ao conjunto de sua obra. Garcia-Roza (2004b, pág. 70) o compara a uma espécie de diário íntimo: “importante para o autor, mas inexistente e portanto inócuo para as demais pessoas, até ser publicado”. Assim, a publicação do *Projeto* trouxe à tona informações cuja relevância pode ser avaliada através das palavras categóricas de Pribram e Gill (1976), segundo as quais

muitos termos usados ao longo daquela parte da teoria psicanalítica que trata do mecanismo receberam definições operacionais no *Projeto*. Como estas envolvem usualmente referentes tanto neurológicos como comportamentais, o documento é, num certo sentido, uma pedra de Rosetta para os que estão interessados em tornar possível a comunicação entre esses domínios de discurso. Além disso, o *Projeto* contém as concepções iniciais de processos que, em muitos casos, se antecipam por anos às formulações posteriores não só de Freud mas também de outros psicólogos e neurocientistas; em alguns casos, elas são explicações mais detalhadas e explícitas do mecanismo do que as que podem ser encontradas em quaisquer outros escritos de Freud ou foram apresentadas por outros autores. Assim, qualquer teoria psicológica influenciada por conceitos psicanalíticos de mecanismo, de metapsicologia, não teria adotado a sua forma atual sem as formulações expostas no *Projeto*. (PRIBRAM; GILL, 1976, pág. 15)

Para Garcia-Roza (2009), no entanto, é preciso ponderar.

A importância do *Projeto* é exagerada por uns, que encontram nele o essencial da teoria psicanalítica, e minimizada por outros, que o consideram um texto ainda pré-psicanalítico. Esse caráter ambíguo do *Projeto* parece ter sido compartilhado pelo próprio Freud, que, nas cartas a Fliess, ora o apresenta como o seu mais importante e ambicioso trabalho teórico, ora lhe retira todo o valor. O próprio fato de Freud não se ter interessado pela sua publicação é um índice bastante significativo da dúvida que pairava sobre a validade das teses nele sustentadas. (GARCIA-ROZA, 2009, pág. 42)

A admissão dessa ambiguidade do *Projeto* é um ponto relevante em sua análise histórica. Ponto este que Garcia-Roza (2009) resume da seguinte forma:

Para os continuístas, a psicanálise começa com o *Projeto* – sendo que, para alguns, ela começa e termina –; para os descontinuístas, o *Projeto* não é o ponto de partida da psicanálise, mas

a última e desesperada tentativa de Freud de falar uma linguagem neurológica ou física. O *Projeto* assinalaria, dessa maneira, não o início de um novo saber, mas o último suspiro de um saber já existente. (GARCIA-ROZA, 2009, pág. 42)

Nesta dissertação, o *APF* será analisado sob o ponto de vista funcional. Ou seja, apesar do indiscutível interesse nos seus aspectos históricos e contextuais, tais pontos não fazem parte do escopo deste trabalho, que tem como foco a verificação da sua viabilidade heurística, especificamente no que diz respeito ao processo de formação da memória. Assim, em termos operacionais o *APF* pode ser sumaria e previamente apresentado como um sistema erigido sobre dois pilares: o *neurônio* (N) e a *quantidade* (Q).

Concebidos como a unidade material do *APF*, os *neurônios* são “estruturalmente idênticos, anatomicamente independentes uns dos outros e entrariam em contato entre si por mediação de tecido não neuronal” (SIMANKE; CAROPRESO, 2005, pág. 87). Em termos funcionais, esses *neurônios* estão divididos em três sistemas: ϕ , ψ e ω .

Por sua vez, a *quantidade* – cuja natureza não é definida com precisão e continua sendo alvo de discordância entre os analistas da obra de Freud – é *algo* que diferencia a atividade e o repouso dos *neurônios*, e que está submetida à *lei geral do movimento*, entendida aqui como *lei da inércia*, ou ainda, “como expressão da tendência de um corpo para conservar sua quantidade de movimento enquanto não for perturbado por outro corpo” (GABBI-JR, 1995, pág. 109).

O funcionamento do *APF* será apresentado mais acuradamente no Capítulo 3, mas é preciso adiantar aqui que consciência e memória emergem da sua dinâmica, sendo que esta última capacidade, embora não contemple integralmente as funções do aparato, representa o seu fulcro, uma vez que “o aparelho psíquico é fundamentalmente um aparelho de memória” (GARCIA-ROZA, 2004b, pág. 199).

É importante ressaltar, que o texto do *Projeto* – tomado como principal referência para este trabalho – corresponde apenas “ao primeiro modelo metapsicológico do aparelho psíquico concebido por Freud” (GIACOIA, 2008). As revisões pelas quais as ideias do *APF* passaram não foram inseridas nos manuscritos do *Projeto* que, assim, permaneceram inalterados – ou, ainda, *rascunhados*. Em outras correspondências a Fliess, Freud fez, não apenas considerações, mas alterações nas ideias do *APF*. É o caso, por exemplo, da carta enviada em 1º de janeiro de 1896, onde Freud escreveu:

Seus comentários sobre a enxaqueca me deram uma idéia cuja consequência seria a revisão completa de todas as minhas teorias sobre $\phi\psi\omega$, o que no momento não posso arriscar-me a fazer. Mas vou ver se consigo esboçá-la. (FREUD, 1996, carta 39)

Esta fragmentação das informações representou uma dificuldade a mais no decorrer da

elaboração deste trabalho. Entretanto, como o seu foco encontra-se voltado para o processo de formação da memória, e em virtude da dinâmica e das variáveis envolvidas nesse processo não terem sofrido alterações significativas, o texto do *Projeto* continua sendo a mais importante e completa referência disponível. De qualquer modo, outros textos de Freud que serviram como fonte desta pesquisa – em especial, o artigo *Sobre a concepção das afasias*, o capítulo 7 do livro *A interpretação dos sonhos* e a correspondência Freud-Fliess – sempre que necessário serão referenciados aqui.

1.1 Definição do problema

A partir da afirmação de que o *APF* é “fundamentalmente um aparelho de memória” (GARCIA-ROZA, 2004b, pág. 199), é possível constatar a importância que o processo de formação dessa memória tem para o *Projeto*.

Não há, primeiro, um aparelho psíquico e, em decorrência do seu funcionamento, uma memória; mas ao contrário, o que é primeiro é a memória e em decorrência dela surge o aparelho psíquico. (GARCIA-ROZA, 2004a, pág. 161)

É evidente, portanto, que a memória é o elemento chave do *APF*, sua pedra fundamental.

Por sua vez, a ciência da computação tem na memória um dos seus pilares. Tanto em termos de *hardware* quanto em termos de *software*, as questões que envolvem a sua gestão têm grande relevância. Portanto, essa afinidade de interesses é um importante ponto de interseção entre ela e o *APF*. Ao mesmo tempo, através dos recursos computacionais, é possível emprestar ao *APF* o empirismo que lhe faltou à altura de sua concepção.

Por isso, é importante compreender o sentido de memória proposto no *Projeto*. A saber, uma memória constituída a partir da formação de caminhos neuronais, ou seja, a memória como uma trilha, uma cadeia de neurônios, cuja origem decorre da propagação de estímulos em uma rede.

Diante disso, o problema central desta dissertação é responder à seguinte pergunta:

Como se caracterizam os caminhos formados a partir da dinâmica de propagação proposta por Freud através do seu Projeto de Aparelho Psíquico?

1.2 *Objetivo geral*

Observar com um modelo computacional baseado em redes complexas para simulação do funcionamento do *Aparelho Psíquico de Freud*, as características dos caminhos porventura gerados através da sua dinâmica, buscando identificar configurações que os influenciem e tentando encontrar indícios sobre a viabilidade funcional do *APF* e sobre as possibilidades de uso computacional do seu método.

1.3 *Objetivos específicos*

- Tendo em vista a necessidade de delimitar precisamente o funcionamento do modelo computacional, o primeiro objetivo deste trabalho é sistematizar, a partir dos escritos de Freud, as regras propostas por ele para a dinâmica de propagação dos estímulos introduzidos em uma rede de *neurônios*.
- Construir um modelo computacional que implemente essa dinâmica e possibilite a realização de simulações utilizando diferentes topologias de rede.
- Realizar as simulações e identificar as características dos caminhos, encontrando, se for o caso, cenários mais adequados ao seu aproveitamento pela ciência computacional bem como indícios a respeito da viabilidade do *APF*.

1.4 *Aspectos metodológicos*

Uma das maiores dificuldades encontradas ao longo dos trabalhos referentes a este projeto se relacionou à metodologia. Uma vez que o *APF* é um modelo descritivo, que não recebeu do autor qualquer tratamento com vistas à sua implementação, ou seja, como seu caráter é essencialmente hipotético, escolher um caminho apropriado para testá-lo é um desafio que demanda extrema cautela.

Outrossim, como o objetivo aqui não é propriamente testar ou implementar todo o *APF*, mas avaliar sua capacidade de geração de caminhos estáveis, um segundo desafio se apresentou: delimitar corretamente o objeto a ser verificado.

Naturalmente, a esses dois desafios se somaram outros tantos que no decorrer deste trabalho serão melhor detalhados. A seguir a linha metodológica adotada.

Desde o início dos trabalhos de pesquisa para esta dissertação foi necessário estabelecer os seus limites em termos de referencial teórico. Este é um aspecto importante a ser

considerado e foi, sem dúvida, o ponto de partida deste trabalho.

1. *Identificação dos textos de referência*

Os escritos relacionados ao *APF* possuem um alto grau de dispersão. Ou seja, Freud não escreveu sobre o seu *aparelho psíquico* apenas no texto do *Projeto*. Ele voltou a escrever a esse respeito em outros textos, referenciando, explicando, alterando, ou até contradizendo aquilo que foi originalmente escrito. Por esta razão, em termos metodológicos, foi imprescindível delimitar o universo teórico a ser considerado.

Assim, a partir da leitura de autores como Garcia-Roza e Gabbi Jr, foram tomados alguns textos de Freud de maior relevância para o entendimento do *APF*, no seu aspecto da dinâmica de formação da memória. A saber, o *Projeto*, a *Carta 52*, e o capítulo 7 do livro *A interpretação dos sonhos*.

2. *Leitura dos textos*

A leitura desses textos de referência revelou detalhes complementares entre si, mas também alterações e lacunas. Diante disso, foi necessário optar por um texto base, cujo conteúdo contemplasse os objetivos do presente trabalho.

3. *Escolha do texto de referência*

Por ser mais completo e específico, o *Projeto* foi definido como texto de referência, o que não significa dizer que os demais textos foram excluídos do universo de pesquisa. Vale ressaltar que as ideias do *Projeto*, no que dizem respeito à dinâmica de formação da memória, não foram alteradas.

4. *Delimitação dos elementos*

Estratificar os elementos do *APF* envolvidos no processo de formação de memória foi parte fundamental do trabalho. Naturalmente, como em toda redução, foi preciso cuidado, tanto para que o conteúdo pretendido estivesse inteiramente contemplado pelo recorte, quanto para que este não contivesse mais do que o necessário àquilo que foi proposto.

5. *Definição das regras para o modelo*

Apesar do *Projeto* ser um texto descritivo e possuir informações detalhadas acerca dos aspectos funcionais do *APF*, sua natureza hipotética, essencialmente especulativa, não fornece detalhes suficientes para sua reprodução computacional. Assim, foi preciso extrair daquilo que o autor descreveu, indícios que ajudassem na definição de valores e regras a partir dos quais um modelo computacional pudesse ser construído.

6. *Criação do modelo computacional*

Usando as linguagens C/C++ foi criado um modelo computacional – denominado *fred* – com funcionamento e estrutura baseados nas características descritas no *Projeto* para o *APF* – apenas no que diz respeito ao processo de formação de memória. Este modelo reproduz a dinâmica dos *neurônios*, permite que os mesmos se unam

formando uma rede complexa orientada, e viabiliza a estimulação, o trânsito de estímulos através da rede, e sua descarga para fora do sistema. No decorrer deste processo – que será melhor explicado no Capítulo 4 – os registros de todas as atividades do sistema são gravados em um arquivo (*log*) para que possam ser processados e analisados oportunamente.

7. *Identificação das variáveis envolvidas*

Após a criação do modelo, foi preciso identificar e delimitar suas variáveis. Esta foi uma etapa especialmente delicada pois envolveu a análise cuidadosa de alguns pequenos testes que, além de certificarem o funcionamento correto do modelo, sugeriram suas variáveis e limites.

8. *Criação e adequação das redes*

No *APF* a trama formada pelos *neurônios* implica necessariamente na formação de uma rede complexa, sendo este um dos seus aspectos mais relevantes. Contudo, Freud não fez nenhuma especificação acurada a respeito deste tema. Por esta razão foi necessário estabelecer alguns parâmetros dimensionais e topológicos para as redes utilizadas pelo modelo.

Em termos dimensionais, foi definido o limite de 1.000 vértices por rede, enquanto em termos topológicos foram escolhidas as topologias *Mundo pequeno* e *Aleatória*. Tais definições decorreram de questões que serão abordadas no Capítulo 4.

9. *Definição dos cenários para as simulações*

Tendo como base as variáveis e as redes, foram concebidos cenários que consistiam na combinação desses elementos. Tais cenários permitiram que diferentes aspectos do modelo fossem analisados em busca de melhores condições para o processo de formação de caminhos estáveis.

10. *Criação de scripts de apoio*

O número de simulações programadas para cada cenário fez com que um procedimento de automatização se tornasse indispensável. Foram criados então alguns scripts em linguagem *bash* que, além de fazerem os testes de forma automática, converteram os logs gerados pelo modelo em relatórios e gráficos. Essa conversão permitiu um melhor entendimento dos resultados.

11. *Realização das simulações*

As simulações foram realizadas tomando como base cada cenário escolhido e utilizando 3 computadores com sistema operacional *Linux*. A cada simulação, um cenário era configurado e um dos vértices da rede submetido a uma quantidade de estimulações que variava de acordo com o cenário em questão. Esse procedimento se repetiu até que 1.000 vértices por cenário tivessem sido testados. O Capítulo 5 descreve melhor este processo, dando detalhes a seu respeito.

12. *Avaliação*

A partir dos dados obtidos com as simulações, os cenários foram avaliados quanto

à capacidade de geração de caminhos estáveis a partir das regras de propagação descritas no *APF*. Os resultados desta avaliação estão descritas também no Capítulo 5.

A Figura 1.1 contém um mapa conceitual que busca auxiliar o entendimento acerca da dinâmica geral deste trabalho.

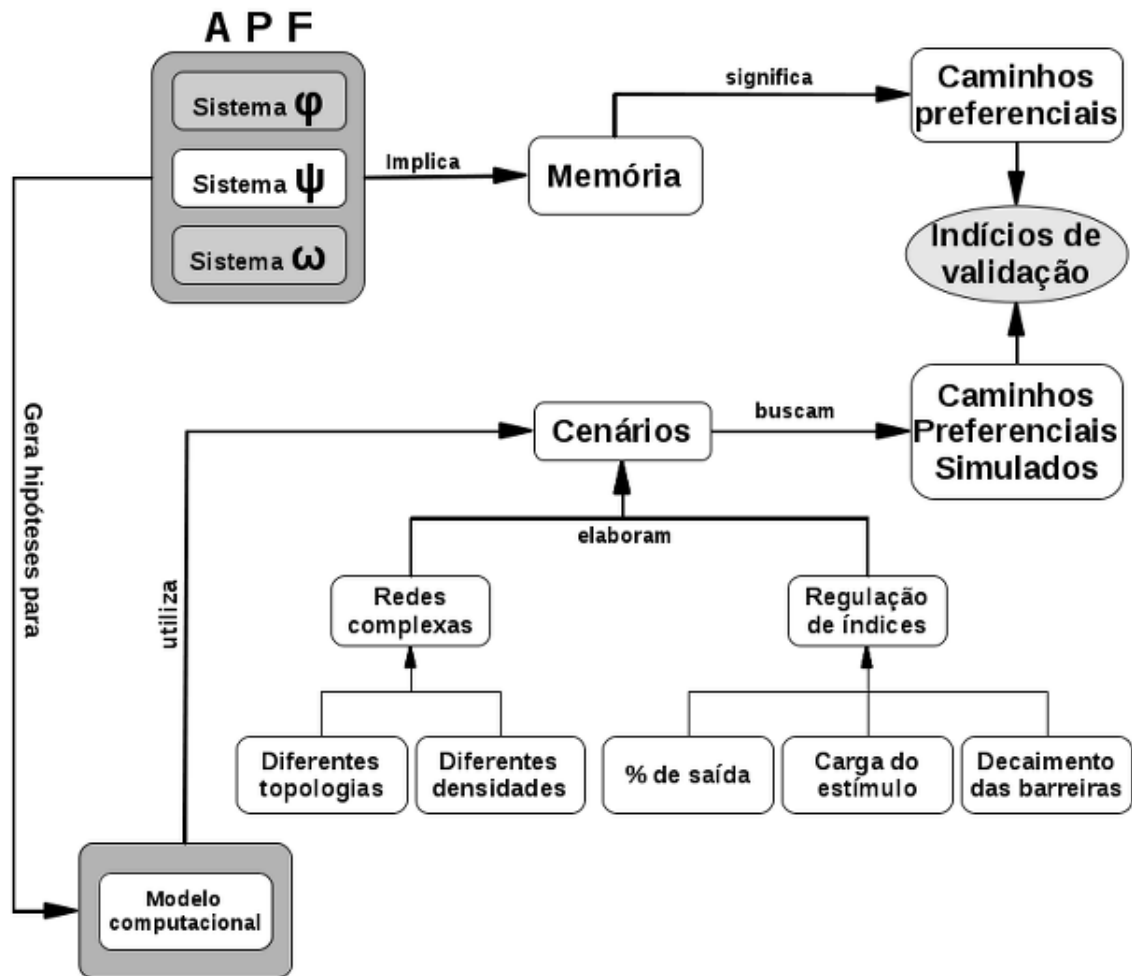


Figura 1.1: Mapa conceitual. Fonte: autor

1.5 Limites e limitações

Muito embora o *APF* tenha sido ricamente descrito pelo autor ao longo não apenas do *Projeto* mas de diversos outros escritos, o grau de especificidade necessário à criação de um modelo computacional é muito superior às informações deixadas por ele. Revisões, contradições, lacunas e até mesmo a própria complexidade do *APF* fazem de sua modelagem integral uma tarefa extremamente intrincada e superior aos propósitos desta dissertação.

O foco deste trabalho, como afirmado anteriormente, concentra-se na dinâmica de formação da memória. Outros aspectos do *APF*, quando abordados, terão o objetivo único de expor o todo para melhor compreensão desta parte.

É preciso destacar também que a construção do modelo envolveu decisões baseadas na interpretação do *APF* e que, por isso, não estão isentas de questionamentos. Entretanto, dada a própria natureza do *APF*, tanto as decisões como os eventuais questionamentos terão sempre um caráter especulativo.

1.6 Organização da dissertação

Esta dissertação está organizada em 6 Capítulos.

Neste primeiro, são apresentados os aspectos gerais do projeto, bem como a contextualização história do trabalho de Freud referente ao *APF*. Objetivos e limitações também são elencados, em busca da oferta de uma visão panorâmica de toda a dissertação.

O segundo capítulo aborda a teoria das redes complexas. Não se trata de um estudo aprofundado sobre o tema, mas apenas de uma apresentação que contribua para o entendimento dos conceitos que serão utilizados no decorrer deste trabalho.

Em seguida, no terceiro capítulo, o *APF* é explicado especialmente sob o seu aspecto de formação de memória, sem deixar de citar e, sempre que necessário, contextualizar os seus caracteres gerais.

No quarto capítulo são apresentados o modelo e suas variáveis, de modo a explicitar a dinâmica e os mecanismos através dos quais as simulações se tornaram possíveis.

As simulações e seus resultados são o tema do quinto capítulo. Nele se encontram a descrição e as análises dos cenários criados.

Por fim, no sexto capítulo estão as conclusões, contribuições, e indicações acerca das possibilidades abertas para trabalhos futuros. Além disso, são feitas também as considerações finais.

Redes Complexas

O estudo das redes complexas tem se mostrado extremamente útil para a compreensão das relações e dos fenômenos que nos cercam. A internet, os estados de uma nação, as interações proteicas e o encadeamento de palavras num discurso oral, são exemplos que se formam a partir de observações diversas e que podem ser representados através de redes complexas, como ilustra a Figura 2.1.

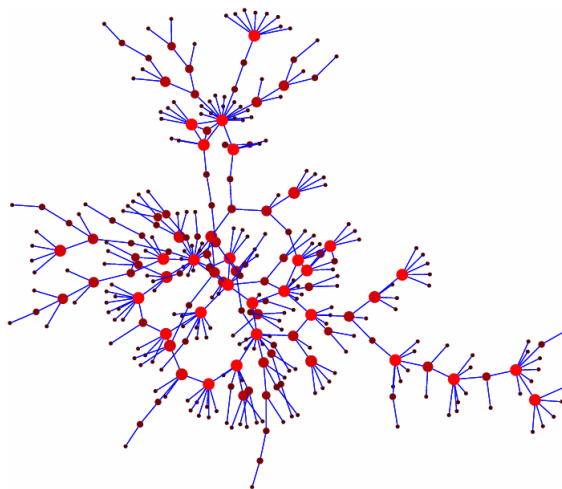


Figura 2.1: Rede de contatos sexuais. Fonte: [Potterat et al. \(2002\)](#)

Definidas por [Newman \(2003\)](#) como um conjunto de itens com conexões entre si, as redes surgem como elementos indispensáveis ao entendimento sistêmico de inúmeros objetos de pesquisa. Da astronomia à química, passando pela política, sociologia, história, ou qualquer outra área do conhecimento humano, a aplicação das ferramentas de análise das redes representa um significativo ganho em termos de possibilidades ao entendimento mais amplo do assunto, uma vez que ao se deslocar o foco da observação de um único elemento para o conjunto formado por todos eles, novos comportamentos e propriedades emergem.

A base para o estudo das redes complexas está na matemática ou, mais especificamente, na teoria dos grafos, fundada por Leonhard Euler ao pôr fim a um problema que ficou conhecido como *As Pontes de Königsberg*.

A cidade de Königsberg,

que nos tempos de Euler ficava na Prússia (hoje se situa na Rússia, sendo chamada Kaliningrado), é atravessada pelo rio Pregel, atualmente conhecido como Pregolia. O rio se divide, formando duas ilhas no centro da cidade, e os habitantes construíram sete pontes para atravessá-lo.



Figura 2.2: Ilustração das pontes de Könisberg. Fonte: [Sautoy \(2007\)](#)

Entre os cidadãos havia se formado um desafio, que seria vencido por aquele que conseguisse caminhar pela cidade, atravessando cada ponte somente uma vez, e retornar ao ponto de partida. Foi Euler quem finalmente provou, em 1735, que a tarefa era impossível. Sua prova é muitas vezes citada como o início da topologia, em que as dimensões físicas do problema são irrelevantes. Na solução de Euler, o importante era a rede de conexões entre as diferentes partes da cidade, e não suas verdadeiras localizações ou distâncias. ([SAUTOY, 2007](#))

Esta nova abordagem, além de permitir a resolução do problema das pontes, estabeleceu os pilares para o estudo das redes complexas, fornecendo os conceitos necessários à sua exploração.

2.1 *Conceitos Elementares*

À luz da teoria dos grafos e da definição elaborada por Newman é possível afirmar que uma rede é um conjunto de vértices, ou nós, conectados ou não por arestas.

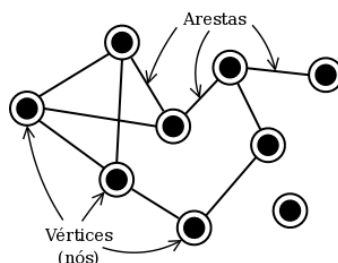


Figura 2.3: Exemplo de grafo. Fonte: autor

Na Figura 2.3, vê-se um rede composta por nove vértices e dez arestas. Hipoteticamente, cada vértice desta rede pode representar uma pessoa e cada aresta uma relação de parentesco entre essa pessoa e outra, ou ainda, cada vértice pode ser identificado como uma nação e cada aresta como a fronteira entre esta nação e outra.

As mais diversas relações, portanto, podem ser representadas em forma de rede. E em termos gráficos, vértices e arestas podem ser exibidos de diferentes maneiras a fim de ilustrar melhor essas relações e, conseqüentemente, facilitar sua compreensão.

Na Figura 2.4, por exemplo, as arestas pontilhadas do grafo a) podem significar uma conexão *wireless* entre computadores, ao passo que as arestas contínuas podem representar conexões *wired*. Já no grafo b) os vértices diferentes podem representar cargos hierarquicamente distintos, conectados através de arestas que simbolizem sua interação comunicacional. No grafo c), homens e mulheres podem estar representados por vértices diferentes, ligados por arestas pontilhadas ou contínuas de acordo com o meio que utilizam para troca de mensagens.

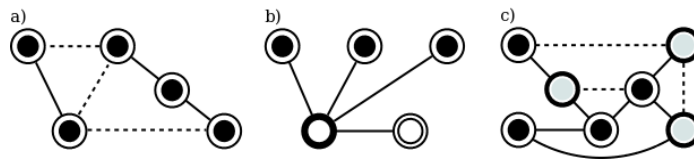


Figura 2.4: Exemplos de grafos com elementos diferenciados. Fonte: autor

Um tipo de relação, no entanto, é especialmente importante e particular, uma vez que altera a estrutura da rede e, sobretudo, sua análise. Trata-se da relação orientada. Até aqui, as relações exemplificadas comungavam uma característica marcante e silenciosa: a reciprocidade. Ou seja, se o país A faz fronteira com o país B, o país B também faz fronteira com o país A. Da mesma forma, se X é parente de Y, Y também é parente de X. Contudo, essa reciprocidade relacional nem sempre pode ser mantida. Por exemplo, se, ao invés de simplesmente parentesco, a rede for criada a partir de uma relação de ascendência, não será possível dizer que se X é pai de Y, Y é pai de X. Neste caso, a relação existe apenas entre X e Y, não entre Y e X.

De acordo com a teoria dos grafos, relações orientadas são chamadas de arcos, e as redes que formam recebem o nome de digrafos.

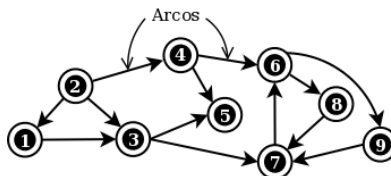


Figura 2.5: Exemplo de digrafo. Fonte: autor

Um exemplo apropriado deste tipo de relação é justamente uma rede neuronal, cuja comunicação entre seus vértices (neurônios) se dá, de acordo com [Lent \(2004\)](#), num sentido específico, a saber, dendritos-axônio. Ou seja, em termos de relacionamento, uma rede de neurônios é sempre orientada, de forma que o neurônio v^1 está conectado ao

neurônio v^2 , mas não vice-versa. Esta característica também foi observada por Freud e considerada na elaboração do *Projeto*, servindo naturalmente como referência para a criação das redes utilizadas nos testes deste trabalho.

A Tabela 2.2 contém exemplos de redes que foram publicadas em trabalhos científicos. Sua observação revela aspectos importantes acerca de quão diversos podem ser os objetos e as dimensões das redes.

Tabela 2.1: Exemplos de redes utilizadas em trabalhos científicos.

Objeto da rede	Tipo	vértices	arestas/arcos
Atores de cinema	não orientada	449.913	25.516.482
Interações proteicas	não orientada	2.115	2.240
Circuitos eletrônicos	não orientada	24.097	53.248
Computadores conectados	não orientada	880	12.296
Mensagens de e-mail	orientada	59.912	86.300
Citações	orientada	783.339	6.716.198
Neurônios	orientada	307	2.359

Fonte: [Barabási \(2002\)](#)

Naturalmente, para atender às múltiplas possibilidades de relacionamento, é preciso conceber formas menos usuais de ligação. É o caso, por exemplo, de um par de vértices que tenha mais de um arco ou aresta entre si, ou até mesmo de um vértice que tenha uma ligação de si para si, formando uma espécie de laço. Na ocorrência de qualquer um desses dois casos, o grafo ou digrafo em questão será considerado composto. Uma outra possibilidade é associação de um peso ou valor aos arcos, de forma a ponderá-los.

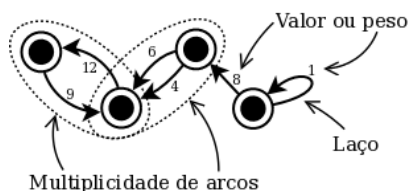


Figura 2.6: Exemplo de digrafo composto. Fonte: autor

Neste trabalho, serão utilizados apenas grafos simples e não ponderados.

2.2 Definições

Em termos matemáticos, o grafo $G(V, E)$ é um conjunto finito não vazio composto por vértices e arestas. Seus vértices são chamados de *conjunto vertex* e representados por $V(G)$ e suas arestas, compostas cada uma por um par não ordenado de vértices, são representadas pelo conjunto $E(G)$.

Assim, para o grafo G representado pela Figura 2.7, verifica-se que o seu *conjunto vertex* é composto por $V(G) = \{A; B; C\}$, e que o conjunto de suas arestas é constituído pelos pares $E(G) = \{(A, B); (B, C)\}$. A quantidade de elementos em $V(G)$, ou seja, o total de vértices do grafo, pode ser chamada de ordem (n), e a quantidade de elementos em $E(G)$, que representa o total de arestas do grafo, pode ser chamada de tamanho do grafo (M). Neste exemplo, portanto, o grafo é de ordem $n = 3$ e tamanho $M = 2$.

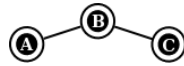


Figura 2.7: Grafo G. Fonte: autor

Além deste olhar lançado para a rede como um todo, é importante também observar cada um dos seus vértices em busca de novos parâmetros para análise. Um desses parâmetros é o grau k , que equivale ao número de arestas do vértice para um grafo. Então, de volta ao grafo da Figura 2.7, tem-se:

Tabela 2.2: Grau k por vértice

Vértice	k
A	1
B	2
C	1

Fonte: autor

A partir dessas informações é possível obter o grau médio da rede e, sobretudo, construir sua distribuição de frequência, através da qual grandes redes podem ser melhor caracterizadas.

Os digrafos $D(V, E)$, que se distinguem pelo ordenamento dos pares de $E(D)$, possuem características particulares e importantes em relação à análise dos seus graus. Em virtude do direcionamento dos arcos, é preciso separar os que partem do vértice, arcos divergentes, dos que chegam ao vértice, arcos convergentes. Feita esta distinção, podem ser definidos os graus de entrada e saída de cada vértice.

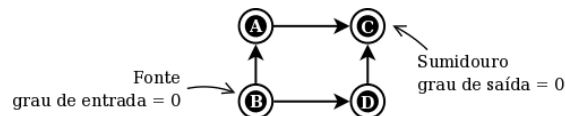


Figura 2.8: Exemplo de digrafo simples. Fonte: autor

Conforme observado na Figura 2.8, vértices que não possuem arcos convergentes são classificados como *sumidouros*, enquanto os que não possuem arcos divergentes são classificados como *fontes*.

Tabela 2.3: Graus de entrada (ki) e saída(ko) por vértice

Vértice	ki	ko	Classificação
A	1	1	-
B	0	2	Fonte
C	2	0	Sumidouro
D	1	1	-

Fonte: autor

2.3 Conexidade

Os testes envolvidos neste trabalho se baseiam fundamentalmente na observação do trânsito de estímulos através de uma rede. Considerando cada vértice como um neurônio e cada arco como uma conexão sináptica partindo deste vértice (neurônio) para um seguinte, o fluxo dos estímulos será determinado por dois fatores: as regras de propagação descritas no *APF* e a existência de caminhos viáveis, isto é, a conexidade da rede.

A avaliação da conexidade de um digrafo requer a observação de pelo menos dois indicadores. O primeiro deles é a *vizinhança* $\Gamma(v)$ de um vértice v , entendida como o conjunto dos vértices adjacentes a ele. Contudo, por tratar-se de uma relação direcionada, essa adjacência precisa seguir a orientação do arco, de modo que a *vizinhança* $\Gamma(v)$ represente apenas os vértices incididos pelos arcos que saem de v , ou seja, os arcos divergentes.

A partir da *vizinhança* de todos os vértices do digrafo surgem *caminhos* através dos quais é possível transitar. Tais *caminhos* são justamente as ligações entre um vértice e outros. A conexidade de um digrafo é definida pelas possibilidades de trânsito abertas por esses *caminhos*. Considera-se *fortemente conexo* o digrafo que contém, para todo par de vértices em $E(D)$, ao menos um *caminho* que parta de $v \in V(D)$, passe por qualquer $\omega \in E(D)$ e retorne a v , fazendo assim um ciclo.

Retirando a orientação dos arcos de um digrafo, obtém-se um *grafo subjacente*. Quando apenas este *grafo* é *conexo*, o digrafo é considerado *fracamente conexo*, e nos casos em que até mesmo o *grafo subjacente* é *desconexo*, o digrafo também é definido como tal.

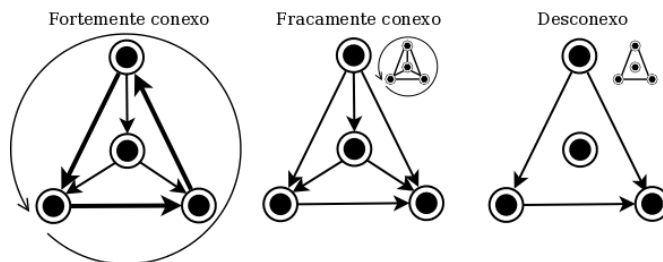


Figura 2.9: Conexidade de digrafos. Fonte: autor

É possível que apenas alguns vértices de um digrafo sejam *fortemente conexos*. Quando isto acontece, de acordo com [Boaventura-Netto \(2003\)](#), forma-se um *clique*. Esta ocorrência, no caso particular das simulações realizadas neste trabalho, representa a possibilidade de retenção infinita do trânsito dentro de um *caminho* fechado composto por esses vértices.

Segundo [Watts e Strogatz \(1998\)](#), o *Coefficiente de Aglomeração Médio - CAM* quantifica a tendência ao ajuntamento dos vértices em *cliques*, e para calculá-lo é necessário obter a média do *Coefficiente de Aglomeração - CA* de cada vértice, cuja fórmula (para redes não dirigidas) é:

$$CA_i = \frac{2E_i}{k_i(k_i - 1)} \quad (2.1)$$

Onde,

E_i é o total de arestas existentes entre os vértices vizinhos a i ; e

$\frac{k_i(k_i - 1)}{2}$ é a quantidade máxima de arestas possíveis entre os vértices vizinhos a i .

2.4 Caminhos

A noção de caminho é essencial para a caracterização das redes complexas. E dentro dessa noção, encontra-se o conceito de *caminho típico* – $L(G)$. Trata-se da *distância característica* entre cada vértice e todos os demais $d(i, j)$, ou seja, do número mínimo de ligações existentes entre todos os pares de vértices (i e j) de uma rede.

A partir do *caminho típico*, é possível chegar ao cálculo do *Caminho Mínimo Médio* ou *CMM*, que é a média dos menores caminhos verificados entre cada par de vértices da rede, e do *Diâmetro* ou *DAM*, que é o maior caminho mínimo verificado em uma rede.

2.5 Topologias

Uma *rede complexa* é definida como aquela cuja estrutura não segue um padrão regular. No entanto, há dificuldade em se encontrar na literatura uma conceituação clara e universalmente aceita de padrão regular aplicável a este contexto ([ANGELIS, 2005](#)).

De qualquer forma, mesmo diante da pluralidade de padrões originados a partir das

múltiplas possibilidades de relacionamentos e dimensões, é natural que existam redes com características topológicas similares e que, por causa disso, podem ser tipificadas. A Figura 2.10 foi proposta por [Watts e Strogatz \(1998\)](#) e ilustra três desses tipos de rede, sugerindo, em termos visuais, que o aumento da aleatoriedade na conexão dos vértices implica a gradativa mutação topológica.

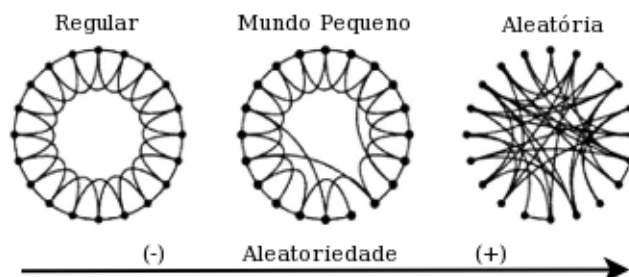


Figura 2.10: Mutações topológicas geradas pelo aumento da aleatoriedade. Fonte: [Watts e Strogatz \(1998\)](#)

A análise visual de um conjunto pequeno de vértices e arestas é muitas vezes suficiente para que se colham informações relevantes a respeito do sistema representado. São percebidos cliques, o grau de conexidade é pressentido, e a intuição do observador quase sempre garante conclusões mínimas acerca da sua estrutura. “Numa rede de milhões ou bilhões de vértices, entretanto, essa abordagem é inútil” ([NEWMAN, 2003](#), pág. 172). Redes assim, complexas, demandam análises estatísticas mais elaboradas.

Cada um dos tipos de rede ilustrados acima será abordado com um pouco mais de detalhes a seguir.

2.5.1 Regular

Caracteriza-se pela existência de um padrão bastante rígido para conexões. Na Figura 2.10, por exemplo, é possível observar que cada vértice da rede regular está conectado a exatamente quatro outros vértices, seguindo um modelo bem específico de distribuição.

2.5.2 Mundo Pequeno

A Figura 2.11, proposta por [Barabási \(2003\)](#), oferece uma abordagem bastante interessante a respeito desta topologia de rede que foi caracterizada por [Watts e Strogatz \(1998\)](#). Nela, é possível observar grupos de pessoas, amigos, conectados por linhas grossas que representam os fortes laços de amizade que os unem. Esses amigos formam *clusters*. Em virtude da existência de laços mais fracos de amizade entre alguns integrantes dos diversos

clusters, há também linhas finas que unem esses integrantes e revelam, finalmente, que toda a rede está conectada. Ou seja, muito embora nem todas as pessoas desse grupo se relacionem, sempre há entre elas alguma conexão, mesmo que estabelecida através de outros indivíduos.

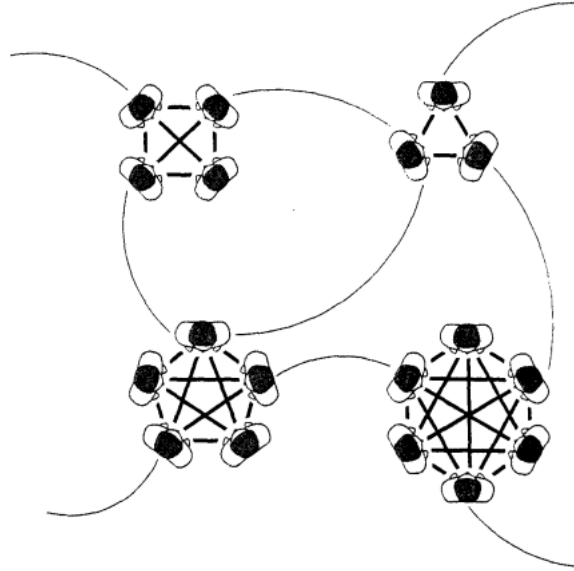


Figura 2.11: Exemplo de rede de relacionamentos. Fonte: [Barabási \(2003, pág. 41\)](#)

O termo *Mundo Pequeno* foi cunhado a partir do resultado de um experimento feito pelo psicólogo Stanley Milgran para determinar quantas pessoas seriam necessárias para estabelecer uma conexão entre dois indivíduos desconhecidos. Com esse propósito, ele escolheu cidadãos de duas cidades americanas distantes geograficamente e culturalmente e enviou uma correspondência para eles, explicando o experimento e solicitando que essa mesma correspondência fosse enviada a uma determinada pessoa da outra cidade, de quem só tinha informações básicas. Se não fosse alguém conhecido, a orientação era que mandasse para algum amigo que pudesse conhecer o destinatário.

Desta forma, tendo o registro da quantidade de pessoas que se envolveram com cada uma das muitas correspondências que enviou, Milgran pôde constatar que, em média, dois indivíduos completamente desconhecidos e distantes podem estabelecer uma conexão entre si através de seis outras pessoas. Como este número é bastante pequeno se consideradas as dimensões geográficas e populacionais do planeta, o termo *Mundo Pequeno* lhe pareceu apropriado.

De acordo com [Bassett e Bullmore \(2006\)](#), em termos estruturais, uma rede *Mundo Pequeno* é caracterizada por um denso agrupamento de conexões entre nós vizinhos e por poucas conexões de longo alcance, o que faz este modelo de rede ser especialmente interessante sob o ponto de vista da modelagem de redes neuronais.

2.5.3 Aleatória

As estruturas naturais serviram como inspiração para que Paul Erdős e Alfréd Rényi propusessem um modelo topológico de rede.

Partindo da premissa de que cada vértice pode ser aleatoriamente conectado aos demais, é possível criar, conexão por conexão, inicialmente alguns pares, em seguida *clusters*, até que se chegue a uma grande rede, cujos graus de cada vértice, seguindo uma distribuição de Poisson, possuem aproximadamente o mesmo valor.

No caso de uma rede aleatória, este grau médio é definido pela probabilidade de conexão de um vértice com cada um dos demais (p), multiplicada pela quantidade de vértices da rede (n).

Aparelho Psíquico de Freud

Sendo o texto do *Projeto* a base referencial para o *APF*, é importante destacar a respeito de sua natureza que

Trata-se de uma vigorosa construção teórica, de amplo fôlego especulativo, que Freud por vezes identificava como teoria psicológica $\phi\psi\omega$, que tem origem na colaboração e na correspondência mantidas entre ele e o otorrinolaringologista alemão Wilhelm Fliess. O *Projeto*, de patente inspiração biologizante, tinha a pretensão de fazer corresponder o aparelho psíquico – com seus sistemas e funções – à estrutura anatomofisiológica do sistema neuronal, de acordo com um modelo hidráulico de escoamento e circulação de quantidades de energia. (GIACCOIA, 2008, pág. 18)

Assim, segundo o próprio autor, o objetivo central do *Projeto*, destacado já em suas primeiras linhas, é

fornecer uma psicologia científico-naturalista, ou seja, apresentar processos psíquicos como estados quantitativamente determinados de partes materiais capazes de serem especificadas e, com isso, torná-los intuitivos e livres de contradição. (FREUD, 1995, pág. 9)

Suas ideias básicas, ideias em torno das quais todo o *APF* será estruturado, se resumem aos seguintes postulados:

- [1.] concebe o que diferencia atividade de repouso como Q , submetida à lei geral do movimento;
- [2.] toma neurônios como partículas materiais. (FREUD, 1995, pág. 9)

Por *lei geral do movimento* – como destaca Gabbi-Jr (1995) – se entenda *lei da inércia*, ou tendência à conservação da quantidade de movimento. Portanto, no que diz respeito a Q , esta é uma condição à qual se submete.

Garcia-Roza (2009) explica que, “no *Projeto*, Freud concebe o psiquismo como um ‘aparelho’ capaz de transmitir e transformar uma energia determinada”, e que, a partir das duas ideias principais supracitadas,

supõe um princípio de regulação do aparelho psíquico, que é o *Princípio de Inércia Neurônica*, segundo o qual os neurônios tendem a descarregar completamente toda a quantidade (Q) que recebem. Freud afirma ainda um outro princípio, segundo o qual o sistema de neurônios se estrutura de tal modo que forma barreiras de contacto que oferecem resistência à descarga total. (GARCIA-ROZA, 2009, pág. 46)

A seguir, são apresentados os desdobramentos dos dois postulados que regem o *APF*, de modo a oferecer respaldo à sua implementação no modelo proposto.

3.1 Primeiro Postulado Principal: a concepção quantitativa

Freud afirma que a concepção quantitativa, ou seja, a ideia a respeito da existência de Q , decorreu

diretamente de observação clínico-patológica, em que se tratou em especial da representação superintensa, como no caso da histeria e da compulsão, nos quais, como se mostrará, o caráter quantitativo se sobressai de forma mais pura do que em [processos] normais. (FREUD, 1995, pág. 9)

Mas a natureza de Q não é clara e diversos autores divergem a esse respeito. Tanto que Strachey (1996), editor da compilação *The standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud*, dedicou um apêndice do primeiro volume da série somente a essa questão. Para ele, é evidente que Freud tentou apresentar Q como uma coisa concreta: “sujeita à lei geral dos movimentos”. Mais que isso, ele destaca, é possível lhe atribuir dois estados: o primeiro, de “uma Q fluente” ou “corrente”, melhor entendida como uma Q que passa através de um neurônio em direção a outro; e o segundo, estático, que consiste em uma Q estacionária, que apenas ocupa um neurônio sem ser transmitida.

De qualquer maneira, a imprecisão relacionada à natureza propriamente dita de Q é um aspecto que talvez “nos anime a esperar que os escritos posteriores de Freud esclareçam” (STRACHEY, 1996 apud FREUD, 1996, pág. 452).

Para os objetivos deste trabalho – que exige uma definição clara a respeito desta questão – é suficiente acolher a ideia de que “Freud, o fisicista, estava tentando, de fato, uma lei de Ohm da função neural mas, como não dispunha de dados quantitativos para fazê-lo, absteve-se de escrever realmente a equação” (PRIBRAM; GILL, 1976, pág. 27). Ou seja, Q será entendida e tratada como uma espécie de energia, carga, ou mais especificamente, *quantidade*.

Há também outro importante aspecto a ser considerado acerca de duas nomenclaturas diferentes para Q citadas por Freud no *Projeto*: Q e $Q\eta'$.

A distinção entre ambas não é feita de modo muito preciso e o emprego que ele faz de ambos os termos é também ambíguo. A diferença entre os dois tipos de Q parece ser a de que a primeira (Q) se refere a quantidades de excitação ligada à estimulação sensorial externa, enquanto a segunda ($Q\eta$) é de ordem interna, intercelular. Portanto $Q\eta$ é psíquica, enquanto Q indica uma “quantidade externa”. (GARCIA-ROZA, 2009, pág. 47)

Para padronizar um termo que se refira inequivocamente à Q , será adotada a solução proposta pelo próprio Garcia-Roza (2009) e também por outros autores:

Como a quantidade a que Freud se refere é quase sempre a $Q\eta$ e como ele próprio se confunde às vezes no emprego dos termos (muitas vezes ele fala apenas em *Quantitat*), deixarei o mistério dos dois Q s para os estudiosos do *Projeto*, e empregarei a letra Q maiúscula para designar a quantidade em geral, especificando, quando necessário, seu emprego particular. (GARCIA-ROZA, 2009, pág. 46)

Vale ressaltar que, no caso das citações, serão mantidos os padrões do texto original.

O papel desempenhado por Q na dinâmica do *Aparelho Psíquico de Freud* é ímpar. Porque é a maneira como essa *quantidade* circula no sistema de neurônios – ora ocupando, ora sendo transmitida através da teia neuronal – que caracteriza o *ponto de vista econômico* em Freud. E dois princípios básicos regulam essa *economia*: o *princípio da inércia* e o *princípio da constância*.

3.1.1 Princípio da inércia

Nas palavras de Freud (1995, pág. 10), “O princípio da inércia nervosa; [dita] que [o] n[eurônio] aspira a libertar-se de Q ”. Trata-se de uma espécie de prerrogativa dos neurônios: “libertar-se de Q ”. Prerrogativa essa que origina, como sua consequência direta, o *movimento reflexo*, através do qual um estímulo introduzido em certos pontos do sistema nervoso causa uma reação imediata, reflexiva, no sistema motor. Mas, além disso, esse princípio determina também “arquitetura e desenvolvimento, assim como desempenhos [dos neurônios]” (FREUD, 1995, pág. 10).

O princípio da *inércia* explica, em primeiro lugar, a arquitetura bipartida [dos nervos] em motores e sensoriais como organização para cancelar a recepção de $Q\eta$ através da emissão de $Q\eta$. O movimento reflexo é agora compreendido como forma consolidada desta emissão. O princípio [da inércia] dá o motivo para o movimento reflexo. (FREUD, 1995, pág. 10)

A Figura 3.1 ilustra a sucessão de transmissões causadas por uma certa carga de Q recebida por um neurônio. O *princípio da inércia* induz este neurônio a libertar-se desta Q , transmitindo-a para um próximo, onde, em consequência do mesmo princípio, será novamente transmitida, gerando um fluxo cujo término ocorrerá em uma via motora.

Esta é a dinâmica do arco reflexo: “a quantidade de excitação recebida pelo neurônio sensitivo deve ser inteiramente descarregada na extremidade motora” (GARCIA-ROZA, 2004b, pág. 88). O fluxo gerado por este processo mantém o sistema livre de Q .

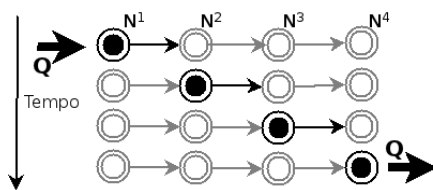


Figura 3.1: Sequência de propagações de Q através de neurônios de uma rede. Fonte: autor

Esta eliminação apresenta a função primária do sistema nervoso. Aqui há lugar para o desenvolvimento de uma função secundária, na medida em que os caminhos de eliminação [que se tornam] privilegiados e [são] conservados {são} aqueles ligados com a cessação do estímulo – fuga de estímulo. (FREUD, 1995, pág. 10)

É preciso levar em consideração que os neurônios não estão dispostos em linha, mas em rede. Ou seja, para cada neurônio estimulado não existe apenas uma via para a transmissão de Q , mas várias, conforme ilustra a Figura 3.2.

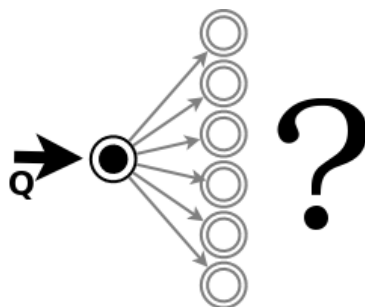


Figura 3.2: Neurônio e suas múltiplas vias de transmissão. Fonte: autor

Deste modo, a partir da função primária do sistema de libertar-se de Q , surge a função secundária de preservação das vias mais favoráveis à eliminação. Caso contrário, não havendo este sentido de preservação, a cada novo estímulo o sistema estaria sujeito a fluxos aleatórios de Q e sua eliminação ficaria a cargo meramente do acaso.

Fica evidente, portanto, que da função primária de eliminação de Q , deriva uma função secundária, ou um segundo princípio; o *Princípio da constância*.

3.1.2 Princípio da constância

Freud justifica da seguinte forma o *princípio da constância*:

Com a complexidade [crescente] do interior [do organismo], o sistema nervoso recebe estímulos do próprio elemento corporal, estímulos endógenos, que devem ser igualmente eliminados. Estes se originam em células corporais e dão como resultado os grandes carecimentos: fome,

respiração, sexualidade. O organismo não pode escapar deles, como no caso dos estímulos externos, e não pode utilizar sua Q para a fuga de estímulo. Eles só cessam sob condições determinadas que têm de ser realizadas no mundo externo; por exemplo, o carecimento de alimento. Para executar esta ação, que merece ser chamada de específica, é preciso um desempenho independente de $Q-\eta$ endógena; em geral [é] superior a ela, pois o indivíduo está colocado sob condições que podem ser designadas como necessidade da vida. Com isso, o sistema nervoso é coagido a abandonar a tendência originária para a inércia, isto é, para o $nível=0$. Tem de permitir a ocorrência de armazenamento de $Q\eta$ para satisfazer a exigência da ação específica. Na forma como o armazenamento faz-se, mostra-se, no entanto, a permanência da mesma tendência, modificada no esforço de manter a $Q\eta$ no menor nível possível, em defender-se contra a elevação, ou seja, em mantê-la constante. (FREUD, 1995, pág. 10)

A chave desse princípio é evitar o livre escoamento de Q através do sistema. Porque se cada neurônio, livremente, pudesse eliminar qualquer carga de Q recebida, o sistema inteiro se reduziria a um mero transmissor – como são, analogamente, os cabos elétricos através dos quais a energia flui de modo inexorável entre o interruptor ligado e a lâmpada. No entanto, conforme Freud, em virtude de necessidades endógenas como fome, respiração e sexualidade, é preciso tolerar um certo acúmulo de Q no sistema. Em outras palavras, o que o sistema busca eliminar é o excesso de Q ; a instabilidade gerada pela variação de seus níveis.

Para tanto, como forma de manter a estabilidade desejada e como resultado da oposição entre as funções primária e secundária, surge a possibilidade da existência de caminhos preferenciais para a passagem de Q . Ou seja, vias por onde sua eliminação – atendendo ao princípio da inércia – pode acontecer com mais fluidez, evitando que – atendendo ao princípio da constância – seu nível aumente.

Vale ressaltar que, para Freud, “todos os desempenhos do sistema nervoso devem ser considerados ou sob o ponto de vista da função primária, ou da função secundária imposta pela necessidade da vida” (FREUD, 1995, pág. 11). Portanto, estas são as duas chaves do *APF* e, conseqüentemente, também do modelo proposto.

3.2 Segundo Postulado Principal: a teoria neuronal

De acordo com Freud,

A idéia de combinar com esta teoria de $Q\eta$ o conhecimento sobre os neurônios, tal como é fornecido pela histologia recente, é o segundo pilar desta doutrina. O conteúdo principal do novo conhecimento é que o sistema nervoso consiste em neurônios distintos, de mesma arquitetura, em contato por mediação de massa alheia, que acabam uns nos outros como partes de tecido alheio, onde estão prefiguradas certas direções de condução, na medida em recebem através de prolongamentos celulares e emitem por meio de cilindros do eixo. Além disso, existe ainda uma numerosa ramificação com diferenças de calibre. (FREUD, 1995, pág. 11)

Tem-se, a partir dessa descrição, o perfil do *Aparelho Psíquico de Freud* em termos estruturais. Estão definidos aí os aspectos mais básicos do sistema, como a arquitetura similar dos neurônios, o contato que estabelecem uns com os outros, e o direcionamento do fluxo de Q . Um outro aspecto relevante diz respeito às numerosas diferenças de calibre. Este ponto, entretanto, será visto mais adiante.

Em termos funcionais, Freud continua,

Se se combinar esta apresentação dos neurônios com a concepção da teoria de $Q\eta$, obtém-se a representação de um neurônio *ocupado*, preenchido com certa $Q\eta$, que pode estar vazio outras vezes. O princípio da inércia encontra sua expressão na suposição de uma *corrente* dirigida do corpo celular ou de seus prolongamentos para o cilindro do eixo; o neurônio singular é, assim, uma afiguração da totalidade do sistema nervoso com sua arquitetura bipartida; o cilindro do eixo é o órgão de eliminação. Mas a função secundária, que exige a acumulação de $Q\eta$ é possibilitada pela suposição de resistências que se opõem à eliminação; a arquitetura do neurônio sugere que se desloque as resistências em seu conjunto para os *contatos* que, desta maneira, obtém o valor de *barreiras*. A suposição de *barreiras de contato* é frutífera em muitas direções. (FREUD, 1995, pág. 12)

Estão definidos nesta descrição três pontos fundamentais acerca do funcionamento do sistema.

1. Possibilidade de ocupação de um neurônio por Q ;
2. sua liberação dirigida de acordo o sentido do órgão de eliminação do neurônio; e
3. a noção de *barreiras de contato*.

Os dois primeiros pontos ratificam o comportamento de Q , mas, sob o ponto de vista estrutural, ou seja, são uma espécie de confirmação daquilo que foi visto até aqui a respeito da dinâmica de Q , mas, desta feita, explicitando a adequação do neurônio a essa dinâmica.

O terceiro ponto, entretanto, apresenta um conceito novo e extremamente importante para o *APF*: as *barreiras de contato*.

3.3 As barreiras de contato

Para fazer frente ao *princípio da inércia* e permitir que haja algum acúmulo de Q nos neurônios, Freud concebeu a hipótese das *barreiras de contato*. Trata-se de uma resistência

que, em cada ponto de *interseção* dos neurônios, se opõe ao impulso de transmissão, e cuja existência foi justificada da seguinte forma pelo autor:

A primeira justificativa para esta suposição decorre da consideração de que aqui a condução atravessa protoplasma indistinto ao invés de atravessar, como, aliás, ocorre no interior do neurônio, um [protoplasma] diferenciado, provavelmente mais apropriado para a condução. (FREUD, 1995, pág. 12)

Ou seja, Freud atribui à natureza fisiológica do neurônio a existência das *barreiras de contato*. Assim, em função da diferença entre os potenciais de condução do protoplasma do núcleo e do protoplasma das vias de transmissão – sendo o do núcleo mais condutor – ocorre este efeito de impedimento do fluxo de Q . E através desta mesma justificativa, Freud oferece ainda

uma indicação para ligar a faculdade de condução à diferenciação, de modo que se tem o direito de esperar que, através do próprio processo de condução, crie-se uma diferenciação no protoplasma e, com isso, uma melhor faculdade condutiva para conduções posteriores. (FREUD, 1995, pág. 12)

Em suma, em virtude das propriedades fisiológicas dos neurônios, uma via pela qual Q transitou se torna diferenciada, mais condutiva e, por conseguinte, mais susceptível a novas conduções. Tem-se, assim, que a cada passagem de Q por uma determinada via, a resistência de sua *barreira de contato* diminui um pouco mais, tornando-a sucessivamente mais adequada à eliminação de Q .

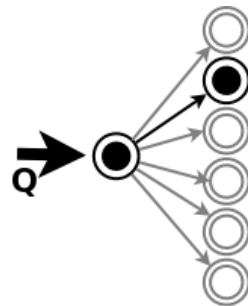


Figura 3.3: Neurônio com uma de suas vias de transmissão facilitada após passagem de Q . Fonte: autor

É oportuno lembrar que, exceto aqueles neurônios que se encontram no limiar do sistema, ou seja, aqueles cujas vias de transmissão se conectam a outros órgãos e que, portanto, são responsáveis justamente pela descarga de Q do sistema, exceto por esses neurônios, os demais transmitem Q para outros neurônios que, por sua vez, também se deparam com *barreiras de contato* que precisam ser superadas.

Trata-se de um fluxo motivado apenas pelos princípios da *inércia* e da *constância*, e controlado somente pela resistência das *barreiras de contato*.

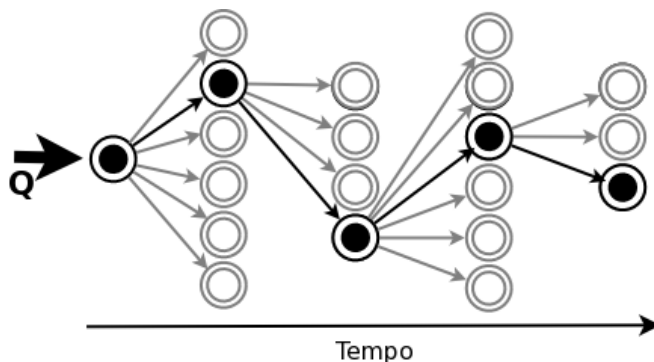


Figura 3.4: Fluxo de Q e facilitação das *barreiras de contato*. Fonte: autor

Essa dinâmica simples permite ao sistema atender às suas duas funções primárias, uma vez que, através das *barreiras de contato*, impede a fuga indiscriminada de Q , e, mediante a facilitação das vias pelas quais houve algum trânsito, garante um canal cada vez mais apropriado para sua eliminação.

Além disso, a teoria das barreiras de contato permite as seguintes aplicações: uma característica principal do tecido nervoso é a memória, isto é, em termos bastante genéricos, a capacidade de ser alterado permanentemente por processos únicos, o que dá um contraste muito acentuado com o comportamento de uma matéria que deixa passar um movimento ondulatório e a seguir retorna ao estado inicial. Uma teoria psicológica de alguma relevância tem de fornecer uma explicação da “memória”. Ora, toda explicação desse tipo tropeça com a dificuldade de que tem de supor, por um lado, que os neurônios, após a excitação, sejam permanentemente diferentes de antes, enquanto que não se pode negar que as novas excitações choquem-se, em geral, com as mesmas condições de recepção que as anteriores. Portanto os neurônios deveriam ser não só influenciados como também permanecer inalterados, imparciais. Não podemos imaginar, por enquanto, um aparelho capacitado para este complicado desempenho; assim, a salvação está em atribuímos a influência permanente, devida à excitação, a uma classe de neurônios e, por outro lado, a inalterabilidade, ou seja, o frescor diante de novas excitações, a uma outra. Desse modo, teve origem a separação corrente entre células “perceptivas” e “células recordativas”, mas que, aliás, não se incorpora a nada, e ela própria (a separação) não tem no que se apoiar. (FREUD, 1995, pág. 12)

Surgem desta forma, mediante a hipótese das *barreiras de contato*, dois conceitos fundamentais para o *Aparelho Psíquico de Freud*: a *memória*, e os *sistemas neuronais*.

3.4 Memória

É muito importante que se destaque de antemão o conceito de *memória* utilizado por Freud no *APF*, porque

não devemos confundir essa “memória neuronal” com a memória tal como é entendida pela psicologia. Não se trata da memória consciente, mas da capacidade do tecido nervoso ser alterado de forma permanente, contrariamente a uma matéria que permitisse a passagem da energia e retornasse ao seu estado anterior. (GARCIA-ROZA, 2004b, pág. 94)

Memória, portanto, é o resultado do processo de diferenciação dos neurônios através dos quais ocorreu o trânsito de Q . É o rastro dessas diferenciações; o caminho formado por elas.

A questão que se levanta acerca da caracterização dessa *memória* é verificar se essa dinâmica é capaz de criar caminhos estáveis em um ambiente complexo. Ou ainda, quais características teriam tais caminhos considerando a dinâmica do *APF* sendo implementada em uma rede complexa cujos vértices fossem tomados como *neurônios* e os arcos como suas conexões.

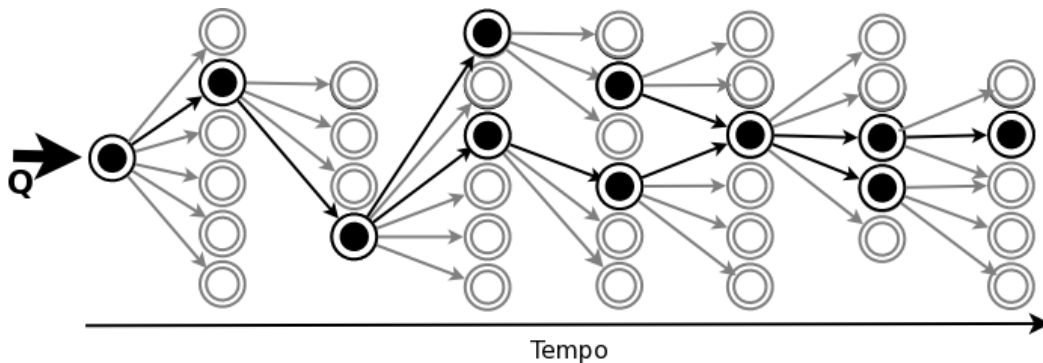


Figura 3.5: Aumento da complexidade para formação de caminhos estáveis. Fonte: autor

Porém, para atender ao propósito de verificação das características dos caminhos, é importante que todo o seu processo de formação esteja bem compreendido. Para tanto, será utilizado um exemplo hipotético em que um neurônio denominado N^1 – que esteja completamente descarregado, ou seja, sem nenhuma carga de Q em seu interior – comece a receber estímulos.

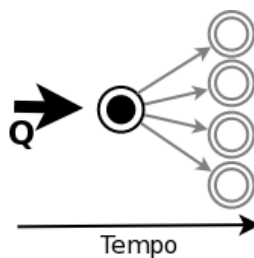


Figura 3.6: Neurônio N^1 e seus vizinhos receptores. Fonte: autor

No ponto de partida dessa hipótese tem-se, então, um neurônio sem carga que, naturalmente, não terá qualquer interação com seus vizinhos em termos de transmissão. Entretanto, ao ser estimulado por uma certa carga ou, usando o termo corrente no *Projeto*, uma certa *quantidade* de Q , o neurônio N^1 , motivado pelo *princípio da inércia*, tentará manter-se afastado dessa *quantidade* transmitindo-a.

Opondo-se a essa transmissão, em cada um dos neurônios vizinhos a N^1 , há uma *barreira de contato* capaz de suportar determinada *quantidade* de Q . Essa *quantidade* suportada varia de *barreira* para *barreira*, pois cada conexão com um vizinho é independente das demais e tem sua resistência determinada por fatores como o calibre da via de transmissão.

Quando Freud refere-se à possibilidade de que haja uma diferença de calibre, está admitindo que a escolha dos caminhos preferenciais resulta da interação entre vivências e elementos inatos, uma vez que trilhas com calibres maiores, todo o resto permanecendo idêntico, tendem a ser escolhidas em detrimento daquelas com calibre menor. (GABBI-JR, 1995, pág. 116)

Portanto, no exemplo em pauta, as *barreiras* que N^1 encontrará para a transmissão da Q que agora o ocupa, terão, por razões inatas, resistências diferentes. Mesmo assim, para que a transmissão ocorra, será preciso que a *quantidade* de Q em N^1 seja superior à resistência de qualquer uma dessas *barreiras*. Caso contrário, não haverá transmissão até que outros estímulos – novas cargas de Q – sejam recebidos por N^1 e que, assim, com uma *quantidade* maior, alguma barreira possa ser superada.

Chama-se um processo assim de *somação*. As conduções ψ são preenchidas por somação até se tornarem permeáveis. Certamente é a pequenez do estímulos singular que permite a somação. (FREUD, 1995, pág. 30)

Considerando-se então que N^1 continuou a ser estimulado e que sua *quantidade* de Q atingiu finalmente um nível superior ao de uma das *barreiras de contato* dos seus neurônios vizinhos, a transmissão acontece.

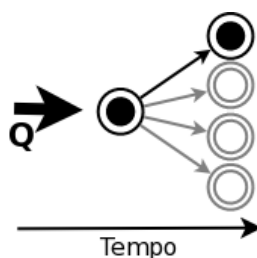


Figura 3.7: Transmissão de N^1 para um dos seus vizinhos. Fonte: autor

Como resultado dessa transmissão, não apenas Q flui de N^1 para o neurônio cuja *barreira* foi superada – tomado a partir de agora como N^2 –, como todas as demais *barreiras* desse neurônio N^2 são imediata e temporariamente canceladas. Esse comportamento é justificado por Freud sob o argumento de que

há uma lei fundamental de *associação por simultaneidade*, presente em toda atividade ψ pura, na recordação reprodutiva, que é o fundamento de todas as ligações entre os neurônios ψ . Aprendemos que a consciência, a ocupação quantitativa de um neurônio α de ψ passa para um segundo β , se α e β forem uma vez ocupados simultaneamente a partir de ϕ (ou de

um outro lugar). Assim, através da ocupação simultânea α - β , uma barreira de contato foi facilitada. Disso se segue, nas expressões de nossa teoria, que uma $Q\eta$ passa mais facilmente de um neurônio para um [neurônio] ocupado do que para um desocupado. (FREUD, 1995, pág. 33)

Ou seja, o cancelamento de todas as *barreiras de contato* de um neurônio que acabou de ser ocupado por Q , possibilita, em termos de *memória*, a associação de caminhos, que é o equivalente, em termos de consciência, à associação recordativa entre duas ideias que comumente ocorrem de forma simultânea, como por exemplo, à visão de uma geladeira, lembrar-se de comida.

Mas este cancelamento das *barreiras* do neurônio receptor (neste exemplo N^2) é temporário e acontece apenas durante o instante de sua estimulação por Q . No instante seguinte, caso o neurônio não volte a ser estimulado, as resistências de suas *barreiras* voltam ao estado original, exceto no caso daquelas por onde houve o efetivo fluxo de Q , pois, como efeito desse fluxo, tais *barreiras* sofrem uma diferenciação permanente e têm suas resistências um pouco reduzidas em relação ao nível que tinham antes da passagem de Q .

É essa redução permanente na resistência da *barreira de contato* existente entre N^1 e N^2 que torna cada vez mais possível a Q repetir o caminho $N^1 \rightarrow N^2$ nas estimulações futuras.

Até ser eliminada através de uma via motora, Q seguirá o seu curso agora a partir de N^2 que, assim como N^1 , tentará transmiti-la a seus vizinhos dando continuidade ao fluxo, atrás do qual restará – em forma de reduções nos níveis das *barreiras de contato* – a memória da passagem de Q .

Suponhamos que todas as barreiras de contato de ψ estivessem identicamente bem facilitadas ou oferecessem, o que é o mesmo, resistência idêntica, então evidentemente não obteríamos os caracteres da memória. Pois a memória é, evidentemente, uma relação ao curso excitativo, um dos poderes determinantes que indicam o caminho, e, no caso de uma facilitação igual por toda parte, não se compreenderia uma predileção por um caminho. Daí se pode dizer ainda mais corretamente: *A memória apresenta-se através das diferenças nas facilitações entre os neurônios ψ* . (FREUD, 1995, pág. 14)

Essa é, portanto, a dinâmica que suporta o conceito de *memória* no *APF*.

3.5 Sistemas neuronais: $\phi \psi \omega$

Muito embora – conforme destaca Garcia-Roza (2004b) – o *APF* seja fundamentalmente um aparelho de memória, seu funcionamento é mais complexo e contempla outras funções.

Tais funções, no entanto, não são desempenhadas por órgãos ou apêndices mas sim por sistemas de neurônios.

Fundamentalmente, o *APF* é constituído por duas classes de neurônios: os permeáveis e os impermeáveis. Porém, é preciso destacar que “a diferença entre os neurônios não estaria em sua anatomia, mas sim se configuraria pela ambiência a que estão submetidos” (CALDEIRA, 2005, pág. 21).

É esta distinção entre neurônios permeáveis e neurônios impermeáveis que vai tornar possível a Freud falar de uma memória neurônica. Mais ainda, enquanto os neurônios impermeáveis servem à memória, os neurônios permeáveis servem à percepção. Segundo ele, os mesmos neurônios não podem servir à memória e à percepção. Isto porque, para que o processo perceptivo possa se dar na fluidez que lhe é própria, é necessário que ele encontre sempre uma estrutura que permaneça inalterada a cada nova percepção. Podemos comparar essa estrutura às lentes de um óculos. Se de cada coisa percebida as lentes mantivessem o registro, em pouco tempo não conseguiríamos perceber mais nada; é necessário, pois, que elas se mantenham permanentemente transparentes. As lentes dos óculos não podem ter memória. De forma análoga, o sistema dos neurônios perceptivos tem que ser diferente do sistema dos neurônios portadores de memória. Freud denomina os primeiros de neurônios ϕ e os segundos de neurônios ψ . (GARCIA-ROZA, 2004b, pág. 95)

A existência dessas duas classes é imposta pela hipótese das *barreiras de contato*. Nos neurônios permeáveis, cujo propósito é viabilizar a percepção, é preciso garantir o livre trânsito de Q , por isso suas *barreiras* devem ser suficientemente baixas ao ponto de não serem capazes de oferecer qualquer resistência. Já nos neurônios impermeáveis, é preciso que haja a retenção da Q necessária ao funcionamento do sistema, por isso suas *barreiras* precisam dotá-los dessa capacidade.

Sobre a origem dessa diferenciação, Garcia-Roza esclarece que

A diferença entre os neurônios ϕ e ψ , no que se refere à permeabilidade do primeiro em oposição à impermeabilidade do segundo, pode ser devida à posição que eles ocupam em face da fonte de excitação e não a uma diferença inata. Os neurônios ϕ são alimentados diretamente de fonte externa, enquanto os neurônios ψ são estimulados por fonte endógena. Isso faz com que a carga de Q nos neurônios ϕ seja muito maior do que a carga nos neurônios ψ . Esse volume maior de Q em ϕ não permite a criação de barreiras de contato, pois estas seriam imediatamente destruídas pelo excesso de Q . Os neurônios ψ , por serem menos carregados, podem formar barreiras mais ou menos fortes, constituindo, dessa forma, uma memória. (GARCIA-ROZA, 2009, pág. 50)

Fundamentalmente, os sistemas ϕ e ψ se encarregam de manter afastadas as grandes cargas externas de Q através da descarga. No decorrer desse fluxo, os neurônios ψ sofrem modificações que se constituem como memória e que tornam cada vez menos impermeáveis as vias utilizadas. Por sua vez, os neurônios ϕ não impõem qualquer resistência à Q , posto que suas *barreiras* são muito baixas para fazer frente às cargas de Q às quais estão submetidas. Assim, os neurônios ϕ cumprem apenas o papel de condutores de Q .

Há ainda um terceiro sistema, o ω , relacionado à consciência, e cujo funcionamento não será abordado aqui, uma vez que o foco deste trabalho se concentra na memória. Neste sentido, é válido frisar que

Para Freud, o sistema ψ é o que se reveste realmente de interesse. Nele, vários ramos de cada neurônio entram em contato com os de outros. Portanto, pode ter lugar uma facilitação seletiva – sendo esta facilitação seletiva a base do traço de memória. (PRIBRAM; GILL, 1976, pág. 64)

Contudo, a fim de permitir uma melhor compreensão do todo, é relevante destacar certas características dos três sistemas de *neurônios*. A tabela 3.1 traz algumas delas. Mas é preciso considerar que este tipo de sistematização não foi encontrada na literatura a respeito do *APF*, certamente por se tratar de uma simplificação demasiadamente difícil de ser feita e que desconsidera muitos dos seus aspectos mais complexos. Assim, sua leitura deve levar em conta o seu elevado grau de imprecisão bem como o fato de se tratar de uma abordagem simplificada, com vistas apenas à compreensão do papel de cada sistema de *neurônios* dentro da perspectiva deste trabalho.

Tabela 3.1: *Resumo dos sistemas do APF*

Características	ϕ	ψ	ω
Localização	Borda do sistema	Central	Anexa
Permeabilidade	Permeável	Impermeável	Permeável
Função	Entrada e saída exógenas de Q no sistema	Entrada endógena de Q no sistema; Memória	Consciência
Exposição a Q	Potencialmente expostos às maiores cargas de Q	Recebe cargas de grandeza intercelular, compatíveis com o funcionamento do sistema	Recebe cargas mínimas de Q , ou apenas seus caracteres qualitativos
Conexões	Órgãos do sentido; vias motoras; ψ ; e ω	fontes endógenas de Q ; ϕ ; e ω	ψ ; e ϕ

Fonte: autor

O capítulo seguinte trata sobre o modelo computacional construído para este trabalho. Nele continuarão sendo abordados aspectos relacionados ao *APF*, desta feita com um grau de especificidade maior, conforme exige o processo de modelagem.

Modelo

O objetivo do modelo ora proposto é o exame da dinâmica de formação da memória no sistema ψ . Para isso, foi criado um *software* para simular computacionalmente essa dinâmica, de modo a tornar possível esse exame.

É necessário frisar que embora o caráter explicativo do texto do *Projeto* ofereça elementos que, sem dúvida, contribuem muito para o entendimento do seu mecanismo, tais elementos, concretizados através de um texto rico em detalhes funcionais e considerações associativas, são insuficientes quando o objetivo do leitor excede a compreensão do *APF* e avança rumo à sua modelização.

Materializar as dinâmicas, pondo em funcionamento o mecanismo explicado por Freud, requer um grau de especificidade muito maior do que o encontrado no texto do *Projeto* ou nos demais escritos relacionados ao *APF*. A ausência dessas informações específicas – que serão melhor descritas ao longo deste capítulo mas que podem, desde já, ser entendidas genericamente como relações quantitativas, limites, proporções, etc –, ou seja, a ausência dessas informações numéricas representa um obstáculo à modelagem fiel do *APF*; uma barreira cuja transposição depende de decisões que, embora necessariamente fundamentadas no entendimento do texto do *Projeto*, precisam ser, até certo ponto, arbitrárias.

Neste sentido, em busca de meios para garantir a coerência dessas decisões, ou seja, para evitar que o modelo se transformasse num conjunto de procedimentos viáveis, porém desconexos ou em desacordo com as ideias do *APF*, foram tomadas duas medidas importantes.

A primeira delas foi o seccionamento do *APF* em três tópicos:

1. *Estrutura*

Aglutinando os elementos que dizem respeito à unidade constituinte do *APF*, no caso, o *neurônio*.

2. *Ambiente*

Aglutinando os elementos relacionados à rede composta pelos *neurônios*.

3. *Dinâmica*

Aglutinando os elementos relativos aos estímulos que serão inseridos no sistema, ou seja, Q .

Essa medida permitiu uma organização mais clara das variáveis envolvidas no modelo, e uma caracterização mais coerente dos detalhes relacionados a cada tópico.

A segunda medida foi a concepção de referenciais abstratos. Analogias conceituais tomadas como base para o desenvolvimento do modelo computacional. Essas abstrações, especialmente úteis ao entendimento da mecânica do APF, foram fundamentais para a realização deste trabalho e serão exploradas oportunamente aqui.

Evidentemente, como o que está sendo modelado é apenas um recorte do *APF*, muitos dos seus elementos foram postos de lado. Portanto, ao concentrar o foco na mecânica de formação de memória em ψ , os demais sistemas que compõem o *APF*, bem como certos aspectos de Q , não foram contemplados pelo presente modelo.

4.1 Visão geral

Em seu aspecto mais amplo, o modelo pode ser tomado como um sistema aberto. Inicialmente, portanto, pode-se concebê-lo como uma *caixa-preta* dotada de vias de entrada e saída. Através das vias de entrada são inseridos estímulos denominados Q . Esses estímulos são portadores de uma certa carga passível de acúmulo ou divisão, e cuja eliminação, após o trânsito pelo interior da caixa, ocorre através das suas vias de saída.

É importante ressaltar que não há qualquer transformação de Q no decorrer da sua passagem pelo sistema. Contudo, em termos de sistema, pode acontecer uma retenção total ou parcial de sua carga.

Essa retenção, por sua vez, produz um aumento do nível de Q no interior do sistema e pode representar, em uma estimulação futura, a eliminação de cargas bem superiores àquela com a qual o sistema acabou de ser estimulado. A esse fenômeno – que será observado no decorrer das simulações – dá-se o nome de *efeito avalanche*.

O interior da *caixa-preta* é constituído apenas por uma rede. Não há órgãos, módulos, ou subdivisões de qualquer natureza. Tudo o que há é uma rede única, conexa e orientada, cujos vértices foram modelados à guisa do *neurônio* concebido por Freud no *APF*. Assim, esses vértices aspiram libertar-se de Q transmitindo sua carga para seus vizinhos.

Porém, entre vértices vizinhos há uma resistência – chamada de *barreira de contato* – que impede esse fluxo e gera o acúmulo de Q , em um processo denominado por Freud como *somação*.

Quando Q possui uma carga superior à resistência imposta por uma *barreira*, esta se

rompe permitindo a passagem de Q e ativando o vértice cuja *barreira* foi rompida.

Uma vez ativados, os vértices perdem temporariamente a resistência de todas as suas barreiras e se tornam receptivos a qualquer carga de Q proveniente dos seus vizinhos transmissores. Este estado *ativo*, no entanto, ocorre apenas no instante em que uma ou mais *barreiras* do vértice são rompidas. No instante seguinte, as resistências são impostas novamente, sendo que as existentes naquelas vias por onde houve o trânsito de Q , se tornam um pouco mais baixas.

Essa espécie de morfogênese dos vértices, permite que, pouco a pouco, seja estabelecido um caminho preferencial para a descarga de Q . Este caminho, segundo Freud, é a memória. Sua formação, é o que será verificado através deste modelo.

4.2 *Arquitetura do modelo*

O modelo – denominado *fred* – foi escrito nas linguagens C/C++ e é composto por duas classes. A manipulação dessas classes é feita a partir de rotinas externas que podem ser alteradas de acordo com os tipos de simulação a serem realizadas.

Na primeira classe, *neuronio.h*, foram inseridos definições e métodos relativos a cada vértice. Na outra, *cerebro.h*, foram inseridos definições e métodos necessários à organização da dinâmica que o conjunto formado pelos vértices requer.

Essas duas classes funcionam em conjunto de acordo com padrões estabelecidos externamente, o que possibilita a criação de diferentes formas de estimulação do modelo e, assim, a realização das simulações.

Os resultados das simulações são gravados em um arquivo de *log* a partir do qual as análises puderam ser feitas. Esse arquivo contém os valores das variáveis, um perfil da rede em uso, e o registro detalhado de cada transmissão. Trata-se, portanto, do principal recurso para a avaliação dos resultados.

Como apoio, foram desenvolvidos também *scripts* em linguagem *bash* para a execução automatizada das simulações e geração, a partir dos dados contidos nos *logs*, de resultados em formatos gráficos.

4.3 Tópicos

Como dito, para orientar a modelagem do sistema e diminuir o risco de inconsistências, suas funções foram divididas em tópicos aglutinando aspectos com maior relacionamento entre si. Esses tópicos são: *Estrutura*; *Ambiente*; e *Dinâmica*. A seguir, cada um deles será abordado em suas particularidades.

4.3.1 A estrutura

Está muito claro no *Projeto* que o *neurônio* é sua unidade basilar. Logo nas primeiras linhas do texto Freud afirma, ao apresentar suas ideias principais, “conceber os *neurônios* como partículas materiais” e, mais adiante,

que o sistema nervoso consiste em *neurônios* distintos, de mesma arquitetura, em contato por mediação de massa alheia, que acabam uns nos outros como partes de tecido alheio, onde estão prefiguradas certas direções de condução. (FREUD, 1995, pág. 11)

Desta forma, o passo essencial de todo este trabalho de modelagem está na tentativa de criar uma representação do *neurônio* concebido por *Freud*. Para tanto, foram destacadas 5 propriedades fundamentais para sua modelagem correta:

1. *Similaridade*

Todos os *neurônios* são iguais em termos de estrutura e funcionamento.

2. *Comunicabilidade*

O *neurônio* possui pelo menos uma via exclusiva de entrada e outra exclusiva de saída. A conexão dessas vias é viabilizada por arcos unindo necessariamente a saída de um *neurônio* à entrada de outro distinto. Ligações do tipo $A \leftrightarrow B$, $A \rightrightarrows B$, e $A \rightarrow A$ não são admitidas.

3. *Sensibilidade a Q*

O *neurônio* é passível de estimulação por Q , e não possui limite de retenção de sua carga. No entanto, sempre que estiver carregado com qualquer fração de Q , tentará transmiti-la através de suas vias de saída.

4. *Resistência a Q*

Embora sensível a Q , o *neurônio* possui barreiras em suas vias de entrada que resistem à sua passagem. Essas barreiras, no entanto, quando submetidas a uma carga superior à sua resistência, cedem, permitindo o acesso de Q .

5. Não processamento

O *neurônio* não transforma Q . Suas características permitem apenas que retenha, acumule ou liberte sua carga, ainda que dividida entre mais de um *neurônio* vizinho.

A Figura 4.1 ilustra o *neurônio* dividido em duas seções e tem como objetivo facilitar o entendimento acerca de certos detalhes que, vistos isoladamente, se tornam mais compreensíveis. Porém, em termos de modelagem, essa divisão não existe.

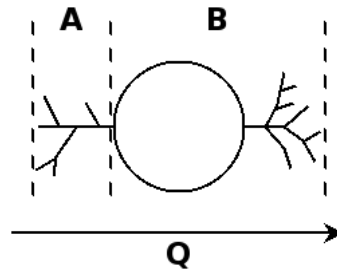


Figura 4.1: Seções do *neurônio*. Fonte: autor

A *seção A*, representa as vias de entrada do *neurônio*. Nelas estão localizadas as *barreiras de contato*; elemento essencial do modelo. Um ponto importante a ser considerado aqui diz respeito ao fato de as barreiras de contato estarem localizadas nas vias receptoras do *neurônio*, *seção A*, e não nas vias transmissoras, *seção B*. Isto se deve ao fato das barreiras, a rigor, impedirem não exatamente a transmissão de Q , mas sim a sua recepção. Ou seja, a ocupação de um *neurônio* por Q depende da superação de pelo menos uma de suas próprias *barreiras*, ao passo que a transmissão da carga com a qual eventualmente esteja ocupado depende da superação de pelo menos uma *barreira* de seus vizinhos.

Portanto, o fluxo de Q dentro de um *neurônio* é sempre livre em direção à saída, que só não ocorre em função das resistências impostas pelos outros *neurônios*. Desta forma, as *barreiras de contato* precisam estar localizadas nas vias receptoras: *seção A*.

Mas essa localização se justifica também através da análise do efeito que a recepção de Q produz em um *neurônio*. Sempre que isso acontece, o *neurônio* se torna *ativo*, estado durante o qual não há qualquer resistência sua à recepção de Q , ou seja, ficam canceladas as *barreiras* existentes entre o *neurônio* e seus vizinhos transmissores. Se as *barreiras de contato* não estivessem localizadas nas vias receptoras, um *neurônio* ativo precisaria interagir com cada um dos seus vizinhos transmissores, para incitá-lo a derrubar a *barreira* entre ambos. Este tipo de comunicação é, *per se*, trabalhoso e improvável, especialmente ao se considerar a hipótese de localização das *barreiras* no próprio *neurônio*.

4.3.1.1 Barreiras de contato

Em relação ao modelo, as *barreiras de contato* – ou simplesmente B – são variáveis numéricas cujos valores se opõem a toda carga de Q em trânsito através dos *neurônios*. Assim, quando $Q > B$, ocorre a transmissão, ao passo que quando $Q \leq B$ ocorre o bloqueio, conforme ilustra a Figura 4.2.

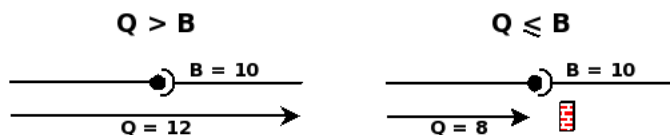


Figura 4.2: Esquema transmissão/bloqueio de Q . Fonte: autor

Mas a dinâmica do modelo impõe às *barreiras* duas importantes reações após a passagem de Q . A primeira delas é temporária e diz respeito a todas as *barreiras* de um *neurônio ativo*. Como já foi dito, elas devem cair, ou seja, devem ser temporariamente anuladas: $B = 0$. A outra é permanente e diz respeito apenas às *barreiras* através das quais houve a passagem de Q . Nesses casos, deve haver um decremento de sua resistência, uma facilitação, ou seja, o seu valor deve ser reduzido em relação àquele que foi superado durante a passagem de Q .

Sobre a primeira reação, é possível assumir como verdadeira a relação temporária $B = 0$.

Sobre a segunda reação, porém, há muito o que ser considerado, uma vez que Freud não especificou o quanto as *barreiras* superadas por Q devem enfraquecer ou, como prefere o autor, o quanto devem ser facilitadas. A respeito dessa facilitação, Freud afirma apenas que “é possível que dela só reste um montante fracionário enquanto facilitação permanente” (FREUD, 1995, pág. 15). Ou seja, se durante a passagem de Q a facilitação foi total, $B = 0$, após este evento ela deve permanecer somente em parte, e a *barreira* que anteriormente possuía um valor $B = x$, agora deve possuir um valor $B = x - y$, sendo y , possivelmente, função de Q : $y = f(Q)$.

Ainda sobre essa questão resta outro ponto importante. Trata-se da definição sobre o efeito, por exemplo, de uma passagem de $Q = 30$, ou de três passagens de $Q = 10$. Isto se relaciona, segundo Gabbi Jr. à investigação sobre “como a memória representa a quantidade” (GABBI-JR, 1995 apud FREUD, 1995, pág. 121).

De qualquer sorte, de acordo com o que o próprio Freud escreveu no *Projeto*: “tais questões são reservadas para adaptações posteriores da teoria aos fatos psicológicos” (FREUD, 1995, pág. 16) . – Adaptações essas que jamais foram concretizadas.

Neste ponto do modelo, portanto, é necessário arbitrar uma função que contemple as particularidades envolvidas no processo de redução das resistências das *barreiras* após a passagem de Q . Para isso, as seguintes considerações foram feitas:

- Não há dúvida quanto à necessidade de se levar em conta o efeito causado pela intensidade de Q sobre o grau de facilitação da *barreira*. Contudo, esse efeito não pode ser linear e precisa guardar certa proporção, não exatamente com o valor Q , mas com a diferença entre os valores de Q e B . A razão disso reside no fato de que é razoável supor, sob o ponto de vista mecânico, que o impacto da passagem de um estímulo $Q = 10$ através de uma barreira $B = 9$, seja menor do que através de outra $B = 4$, já que naquela a resistência era quase equivalente à carga de Q , enquanto nesta era inferior à metade.
- As facilitações precisam ser, também, proporcionais à resistência da *barreira* e não apenas à diferença entre esta e a carga de Q . Caso essa proporção não seja observada, as *barreiras* tenderão – à medida que forem sendo facilitadas – cada vez mais rapidamente a zero e, a menos que haja algum mecanismo preventivo, chegarão a valores negativos.

Vale ressaltar que essas considerações não constam do *Projeto* ou dos demais textos de Freud a respeito do *APF*. Elas representam, portanto, decisões necessárias à implementação deste modelo e que foram tomadas a partir da interpretação das ideias e objetivos do autor. Naturalmente, interpretações diferentes são sempre cabíveis.

Assim, a seguinte equação foi definida para calcular o valor das *barreiras de contato* após a facilitação causada pela passagem de Q :

$$B_{\beta} = B_{\alpha} - (B_{\alpha} \times Q \times K) \quad (4.1)$$

Onde,

B_{α} : valor da *barreira* antes da passagem de Q

B_{β} : valor da *barreira* após da passagem de Q

Q : carga de Q efetivamente transmitida através da *barreira*

K : constante de decaimento.

A Equação 4.1 procura contemplar as considerações feitas anteriormente a respeito do comportamento das *barreiras* após a passagem de Q , e também gerar resultados que minimizem o problema da representação da grandeza do estímulo, ou seja, que mantenham

próximos os valores encontrados para os casos em que ocorra um único fluxo de Q com carga X , ou, por exemplo, 5 fluxos de Q com carga $X/5$.

Dois aspectos da Equação 4.1 que merecem destaque são o uso da carga de Q que efetivamente fluiu através da *barreira*, e o uso da constante de decaimento K .

Sobre o primeiro aspecto é preciso considerar que muitas vezes um *neurônio* divide sua carga de Q entre mais de um vizinho. Isso ocorre quando essa carga supera mais de uma *barreira* e precisa ser fracionada. Em casos assim, como proceder para calcular os novos níveis das *barreiras superadas*? Utilizar a carga total de Q ou apenas a fração fluente? Como dito, a Equação 4.1 utiliza a carga que de fato fluiu através da *barreira*, e não aquela que a superou.

Essa decisão foi tomada a partir do que Freud afirmou sobre a origem do decaimento (ou facilitação) das *barreiras*. Para ele, é possível ligar

a faculdade de condução à diferenciação, de modo que se tem o direito de esperar que, através do próprio processo de condução, crie-se uma diferenciação no protoplasma e, com isso, uma melhor faculdade condutiva para conduções posteriores. (FREUD, 1995, pág. 12)

Ou seja, para Freud, a diferenciação é causada pela condução. Portanto, a superação da *barreira* depende da carga total de Q do *neurônio* transmissor, mas o seu decaimento depende da carga efetivamente transmitida.

O segundo aspecto diz respeito ao uso da constante de decaimento, K . Trata-se de um índice; um fator que regula a intensidade com que as *barreiras* serão reduzidas. Seu nível pode ser determinado através da variável *BarDec* mas não pode ser modificado no decorrer de uma simulação.

Na Tabela 4.1 estão os resultados obtidos através da Equação 4.1 adotada no modelo considerando os seguintes valores:

- B_α : valor inicial da *barreira* superada = 0,50
- n : contador de iterações
- B_β : valor da *barreira* após a n -ésima passagem de (Q)
- B_γ : valor da *barreira* após uma única passagem de ($Q \times n$)
- Q : carga referencial de $Q = 0,25$
- K : constante de decaimento: 0,005 e 0,01

Tabela 4.1: Resultados obtidos com o uso da Equação 4.1 para cálculo do decaimento das barreiras ($Q = 0,25$)

n	K = 0,005		K = 0,01	
	B_β	B_γ	B_β	B_γ
0	0,50000	0,50000	0,50000	0,50000
1	0,49938	0,49938	0,49875	0,49875
2	0,49875	0,49875	0,49750	0,49750
3	0,49813	0,49813	0,49626	0,49625
4	0,49750	0,49750	0,49502	0,49500
5	0,49688	0,49688	0,49378	0,49375
6	0,49626	0,49625	0,49255	0,49250
7	0,49564	0,49563	0,49132	0,49125
8	0,49502	0,49500	0,49009	0,49000
9	0,49440	0,49438	0,48886	0,48875
10	0,49379	0,49375	0,48764	0,48750

Fonte: autor

É possível observar que há um gradativo aumento da diferença entre B_β e B_γ , potencializada pelo incremento de K . Contudo, essa diferença se manteve sempre muito baixa, inferior a 0,03% para os níveis utilizados. Tais níveis, é importante frisar, são mais do que suficientes para o funcionamento adequado do modelo, uma vez que diferenças maiores do que, por exemplo, 10% requereriam o uso de uma carga de Q extremamente alta, na ordem de 150 vezes a resistência da *barreira*, o que estaria em total desacordo com os limites dinâmicos do *APF*.

A Figura 4.3 exibe um gráfico onde estão plotados os níveis das *barreiras* após sucessivas (4.000) passagens de $Q = 0,25$. Foram utilizados os mesmos níveis de K da Tabela 4.1, bem como o mesmo valor para B_α . A partir dos seus dados, verifica-se não apenas que a *constante de decaimento* (K) influencia na intensidade com que as *barreiras* são facilitadas, mas também que essa intensidade diminui quanto menor for a resistência da *barreira*. Isso significa que através da manipulação de K é possível controlar a intensidade com que o sistema será afetado pela passagem de Q , tornando-o mais, ou menos, sensível às mudanças dela decorrentes. Assim, os propósitos da Equação 4.1 para cálculo do grau de facilitação das *barreiras de contato* parecem ter sido contemplados.

Em relação ao nível inicial das *barreiras de contato*, o modelo oferece duas variáveis através das quais é possível configurar os seus limites inferior e superior. São elas: *BarMin* e *BarMax*. Uma vez configurados esses limites, o nível de cada *barreira* é definido aleatoriamente dentro da faixa estabelecida, e só é alterado em função do trânsito de Q .

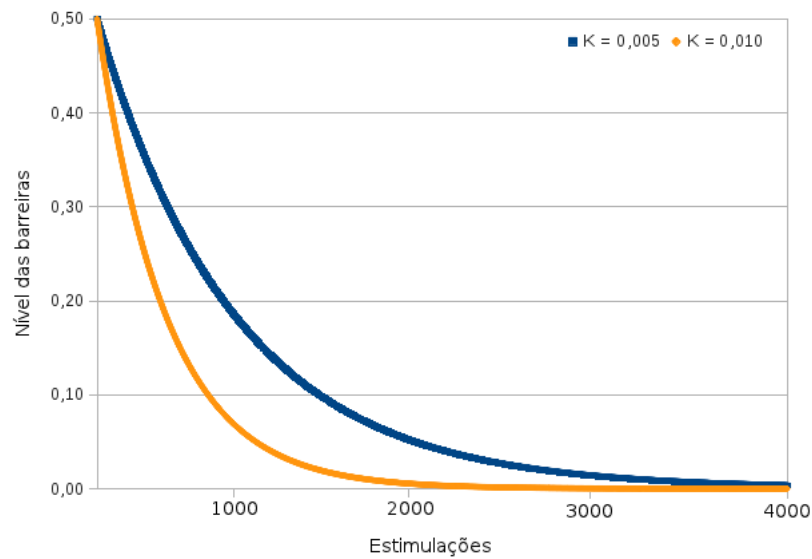


Figura 4.3: Nível das *barreiras* após sucessivas passagens de Q ($Q = 0,25$). Fonte: autor

4.3.1.2 Retenção e transmissão de Q

Até aqui o *neurônio* foi observado exclusivamente como um objeto receptor de Q . Foram vistas suas resistências, bem como o efeito da passagem de uma carga de estímulo sobre elas. Contudo, o *neurônio* também é capaz de reter e transmitir Q , e a forma como essas operações acontecem não é livre de ambiguidades.

A *seção B*, ilustrada na Figura 4.4 representa o corpo do *neurônio* e suas vias de transmissão, agregando assim as duas outras operações realizadas por ele.

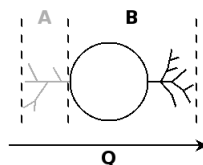


Figura 4.4: Seção B do *neurônio* modelado. Fonte: autor

A representação conjunta do corpo e das vias de transmissão se deve ao fato dessas duas partes estarem intimamente ligadas em termos dinâmicos.

Acerca dessa dinâmica, vale dizer que ela foi concebida analogamente à de um sistema hidráulico, o que não chega a ser uma novidade em se tratando do tema, posto que “em geral, a teoria psicanalítica atual parece se basear em um modelo hidrodinâmico simples” (PETERFREUND; SCHWARTZ, 1971, pág. 53).

Naturalmente, como toda analogia, trata-se de uma simplificação. Entretanto, tendo em vista as lacunas existentes no texto do *Projeto*, bem como a abrangência limitada deste trabalho de modelagem, ela acaba se tornando não apenas suficiente, mas necessária.

Portanto, analogamente a um sistema hidráulico, o *neurônio* pode ser tomado como um vaso e Q como um líquido.

Esse vaso, conforme exemplos da Figura 4.5, possui uma capacidade ilimitada de armazenamento, mas, em sua base, existem alguns orifícios através dos quais o líquido pode ser derramado.



Figura 4.5: Modelo hidráulico. Fonte: autor

Bloqueando esses orifícios, existem válvulas sensíveis à pressão que o peso do líquido exerce sobre elas. Essas válvulas possuem resistências distintas e independentes, embora estejam submetidas à mesma força. Desta forma, à medida que o vaso é enchido, a pressão sobre todas as válvulas aumenta até que uma delas ceda, abrindo passagem para o escoamento de todo o líquido retido no vaso. Se, porventura, duas ou mais válvulas cedem simultaneamente à pressão, o escoamento se dá através delas de maneira uniforme.

A concepção do vaso como corpo de um *neurônio*; dos orifícios como suas vias de transmissão; e das válvulas como *barreiras* dos *neurônios* vizinhos, permite o entendimento mais claro acerca da dinâmica das cargas de Q no interior do *neurônio*, e também da forma como elas fluem através da rede. Entretanto, é preciso ressaltar que essa concepção hidráulica é apenas uma analogia que, tomada com excessivo rigor, pode comprometer justamente o seu propósito de facilitar a compreensão das dinâmicas do *APF*.

4.3.2 O ambiente

Um dos pressupostos básicos para esta modelagem se refere à complexidade relacional dos *neurônios*, ou ainda, ao fato do seu conjunto formar uma trama irregular, complexa.

É importante observar, no entanto, que Freud não especificou essa característica no texto do *Projeto*, mas deixou-a evidente em certas afirmações que se referiam à complexidade crescente do interior do organismo, ou ainda, à necessidade de “atribuir a todo *neurônio*

ψ , em geral, vários caminhos de ligação com outros *neurônios*” (FREUD, 1995, pág. 15).

Nesta última afirmação é possível observar o modo inespecífico como Freud organiza a – reconhecidamente necessária – trama complexa entre os *neurônios*. Se a expressão *atribuir a todo* neurônio ψ trás consigo um alto grau de especificidade, a expressão seguinte, *em geral, vários caminhos de ligação*, o reduz drasticamente, pois no que diz respeito aos parâmetros necessários para a caracterização de uma rede, o termo *vários* é extremamente impreciso.

De qualquer maneira, não resta dúvida quanto ao fato de os *neurônios* comporem uma rede complexa e orientada.

As redes utilizadas neste trabalho são de topologia *Mundo Pequeno* e *Aleatória*, são conexas, não possuem laços, ligações duplas, ou recíprocas.

O modelo suporta redes de diferentes topologias e testa a existência de ligações inapropriadas. O formato suportado para o arquivo da rede é o mesmo utilizado pelo *software Pajek 2.03* Batagelj e Mrvar (2011), disponível para *download* em <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek>.

4.3.2.1 Fronteiras do modelo

Naturalmente, é preciso definir os *neurônios* de entrada e saída do sistema. Essa definição tem implicações importantes no resultado das simulações e compõe o rol das variáveis envolvidas nos cenários. No Capítulo 5 essas variáveis, bem como seus efeitos, serão detalhados.

A seguir, os pontos que foram considerados para a modelagem das fronteiras:

- Nenhum *neurônio* tem sua estrutura modificada pelo fato de ser tomado como entrada ou saída do sistema. Ou seja, suas conexões permanecem inalteradas e não há, portanto, qualquer modificação na topologia ou nos índices da rede.
- Os *neurônios* de saída são escolhidos aleatoriamente até um certo percentual cujo valor é definido pelo cenário em simulação. Esses *neurônios* são marcados e o algoritmo os interpreta como saída do sistema, deixando de propagar os estímulos que porventura venham a receber. No log fica registrada de forma diferenciada toda atividade desses *neurônios*. Vale ressaltar que, antes da escolha aleatória, todos os *neurônios* que possuem grau de saída igual a zero são tomados como *neurônios* de saída. Caso haja uma quantidade maior desses *neurônios* do que o percentual

estabelecido para a simulação, a rede é considerada como inválida e o processo é abortado.

- Todos os demais *neurônios* da rede podem servir como entrada para estimulações. No caso dos testes realizados para este trabalho a definição do *neurônio* estimulado foi feita através dos *scripts* de apoio, embora fosse possível fazê-la de outras formas.

A variável *TamSaida* define em termos percentuais a quantidade de *neurônios* que serão tomados como saída. Caso a rede possua algum *neurônio* com grau de saída igual a zero, este será automaticamente convertido em *neurônio* de saída.

4.3.3 A dinâmica

A concepção do modelo buscou oferecer a maior flexibilidade possível em relação à dinâmica das estimulações. Isso significa que é possível criar diversos padrões envolvendo frequência, intensidade de estímulos, quantidade e variedade de vértices estimulados.

O uso de diferentes dinâmicas de estimulação permite que uma grande variedade de aspectos do *APF* sejam simulados e avaliados, o que credencia o modelo a ser utilizado – sem necessidade de qualquer alteração – em trabalhos análogos a este, mas que busquem investigar outros aspectos do *APF*.

O modelo possui apenas uma variável relacionada à dinâmica de estimulação: *EneIni*. Essa variável define a carga do estímulo, ou seja, a carga de Q a ser transmitida ao *neurônio* de entrada. Os demais aspectos da dinâmica devem ser definidos pela rotina que utiliza o modelo.

4.4 Arquivo de configuração

Para facilitar a definição das variáveis requeridas pelo modelo, foi estabelecido que um arquivo denominado *config.txt* deve ser criado abrigando as definições para as variáveis utilizadas pelo modelo:

- *Rede*: nome da rede a ser utilizada (formato .net)
- *TamSaida*: percentual de *neurônios* de saída
- *EneIni*: carga do estímulo Q

- *BarMin*: limite mínimo para as *barreiras* iniciais
- *BarMax*: limite máximo para as *barreiras* iniciais
- *BarDec*: constante de decaimento das *barreiras*

As *barreiras* são definidas aleatoriamente dentro da faixa demarcada por *BarMin* e *BarMax*. Para a criação dos cenários, é suficiente modificar esse arquivo informando os valores desejados para cada variável e iniciar a simulação.

Simulações

Por se tratarem de simulações para as quais não foram encontrados referenciais publicados que pudessem ser adotados como parâmetros, foi preciso criar um método próprio que fornecesse não apenas os dados necessários à compreensão da dinâmica do *APF* em um ambiente complexo, mas também elementos para verificação de sua eficácia no que diz respeito ao processo de formação de seus caminhos característicos.

O *APF*, como foi visto até aqui, é um trabalho descritivo, carregado de detalhes explicativos, mas escasso em termos de parâmetros concretos. Assim, se sua modelagem já é *per se* desafiadora, qualquer simulação que tente investigar suas características ou buscar indícios acerca de sua viabilidade é também uma tarefa de difícil realização. E, tanto quanto o modelo, as simulações feitas aqui requereram decisões arbitrárias, que sempre deixarão alternativas em aberto, o que pode ser visto como uma lacuna deste trabalho e também como uma oportunidade para trabalhos futuros.

Portanto, a metodologia adotada neste trabalho é somente uma alternativa dentre as muitas possíveis para a simulação da dinâmica do *APF*. Os elementos e fluxos dessa metodologia serão detalhados a seguir, bem como suas limitações e possibilidades.

5.1 Metodologia

Em termos gerais, a metodologia utilizada para as simulações expôs o modelo a estímulos – cargas de Q – e verificou os efeitos da passagem desses estímulos através dos seus neurônios. Para tanto, ao longo de cada simulação foram coletadas informações que possibilitaram analisar a dinâmica do modelo em seus aspectos particulares e sistêmicos.

Os dois pontos a seguir são os pilares da metodologia empregada.

5.1.1 Redes complexas

O modelo proposto requer uma rede que conecte os *neurônios* e possibilite o trânsito de Q . Foram definidas duas topologias para as redes utilizadas nessas simulações: *Aleatória* e *Mundo Pequeno*. Essas topologias foram escolhidas por serem modelos topológicos clássicos e por permitirem que as redes de testes criadas comungassem uma característica

importante: ter uma distribuição de graus de entrada e saída dos seus vértices que se encaixem em uma curva normal. Isso diminui o risco de distorções nos resultados, especialmente ao se considerar que alguns dos vértices de cada rede serão tomados como saída e deixarão de propagar Q . Ou seja, em uma rede *livre de escala*, por exemplo, se aqueles vértices cujos graus de entrada ou saída tivessem valores extremamente elevados em relação aos demais, fossem tomados como vértices de saída, a rede estaria muito descaracterizada e os resultados dos testes poderiam induzir a conclusões equivocadas.

Para cada uma das topologias escolhidas foram construídos 3 conjuntos com 5 redes de 1.000 vértices cada. Essas redes são distintas, ou seja, não têm qualquer ligação entre si, e a única característica que as faz pertencer a um conjunto em particular é sua quantidade de arcos. No primeiro conjunto de redes cada uma delas possui dez mil arcos; no segundo, vinte e cinco mil arcos; e no terceiro, cinquenta mil arcos.

A Tabela 5.1 destaca os índices das redes *Aleatórias* criadas.

Tabela 5.1: *Redes Aleatórias criadas para simulações*

redes	n	A	Δ	$\langle k \rangle$	CAM	L	D
RND10A	10.000	10.000	0,0100100	20	0,01009	3,25763	6
RND10B					0,00987	3,25362	6
RND10C					0,00984	3,25315	5
RND10D					0,00997	3,25742	5
RND10E					0,00973	3,25686	5
RND25A	25.000	25.000	0,0250250	50	0,02501	2,49687	4
RND25B					0,02488	2,49662	4
RND25C					0,02503	2,49659	4
RND25D					0,02470	2,49670	4
RND25E					0,02492	2,49620	4
RND50A	50.000	50.000	0,0500501	100	0,05011	2,02827	3
RND50B					0,04987	2,02822	3
RND50C					0,04995	2,02777	3
RND50D					0,05012	2,02725	3
RND50E					0,04990	2,02712	3

Fonte: autor

O índices para as redes *Mundo Pequeno* encontram-se na Tabela 5.2, sendo importante frisar que foram calculados a partir do conceito de redes não dirigidas.

De cada uma dessas redes foram selecionados aleatoriamente dentre aqueles que não pertenciam ao grupo dos de saída, 200 vértices para serem estimulados. Esses vértices não sofreram qualquer modificação estrutural ou funcional, e exceto pelo fato de servirem como vias de acesso de Q ao sistema, se mantiveram inalterados em relação aos demais.

As análises que serão apresentadas mais à frente, levaram em conta as simulações realizadas através da estimulação de cada um dos vértices selecionados. Portanto, referências

Tabela 5.2: *Redes Mundo Pequeno criadas para simulações*

redes	n	A	Δ	$\langle k \rangle$	CAM	L	D
SW10A	1.000	10.000	0,01001	20	0,15141	3,40574	7
SW10B					0,15559	3,43560	7
SW10C					0,16186	3,43382	8
SW10D					0,15835	3,43860	8
SW10E					0,15154	3,40966	8
SW25A	1.000	25.000	0,025025	50	0,16398	2,46662	4
SW25B					0,16434	2,46892	4
SW25C					0,16105	2,46470	4
SW25D					0,16824	2,47351	4
SW25E					0,16192	2,46554	4
SW50A	1.000	50.000	0,0500501	100	0,17620	1,98107	3
SW50B					0,17445	1,98155	3
SW50C					0,17585	1,98209	3
SW50D					0,17543	1,98180	3
SW50E					0,17522	1,98050	4

Fonte: autor

feitas por exemplo, aos resultados obtidos com as redes RND10, dizem respeito ao somatório dos 1.000 resultados encontrados durante a estimulação de cada um dos 200 vértices de entrada das 5 redes que integram o conjunto RND10: RND10A, RND10B, RND10C, RND10D e RND10E.

5.1.2 Método de estimulação

Ao longo dos primeiros testes realizados com o modelo, foram verificadas diferentes formas possíveis de estimulação: neurônios estimulados aleatoriamente, aos pares, em série, individualmente, combinados ao acaso, enfim, uma variedade de modos foram aventados e muitos deles chegaram a ser simuladas a título de exploração do modelo. Contudo, após esse primeiro momento exploratório, foi necessário definir um único método de estimulação, e o conceito determinante para esta definição foi a simplicidade. Ou seja, tendo em vista a inexistência de referenciais que pudessem ser tomados como base para análise, a alternativa mais adequada se mostrou mesmo a mais simples de todas, aquela cujos resultados estivessem o mais livre possível de ambiguidades interpretativas.

Desta forma, o critério adotado foi estimular a cada teste um único neurônio N , aguardar as possíveis propagações decorrentes desta estimulação para, em seguida a elas, estimular novamente o neurônio N , reiniciando o ciclo.

A quantidade de estímulos de cada teste variou conforme o cenário e será objeto de análise mais adiante.

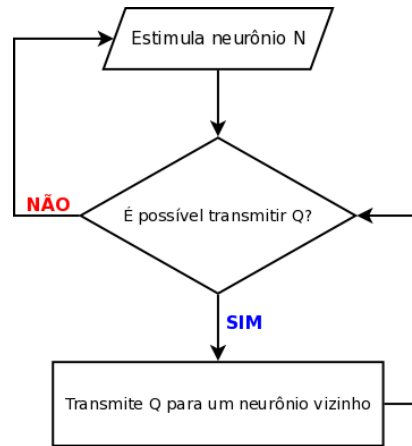


Figura 5.1: Fluxograma do método de estimulação. Fonte: autor

5.2 Cenários

Para a criação dos cenários foram consideradas todas as variáveis do modelo e as possíveis implicações que a manipulação de seus valores poderia causar no processo de caracterização dos caminhos. Como resultado dessa análise, para cada variável foram definidos intervalos conforme as considerações a seguir.

1. *Nível inicial das barreiras*

Assim que uma simulação é iniciada o modelo define aleatoriamente o valor inicial de cada uma das *barreiras de contato* dos neurônios. Essa definição obedece a limites impostos por duas variáveis: *BarMin* e *BarMax* – respectivamente, valores iniciais mínimo e máximo das *barreiras de contato*. Através delas, portanto, seria possível deixar o sistema mais permeável a *Q*, configurando um intervalo mais baixo para as barreiras iniciais, ou menos permeável a *Q*, configurando um intervalo mais alto. Entretanto, a opção adotada foi definir um intervalo central, largo, onde apenas valores extremos fossem descartados. Por esta razão, em todos os cenários os valores iniciais das barreiras de contato variaram aleatoriamente entre 0,25 e 0,75.

2. *Percentual de vértices de saída*

Também no início de cada simulação, o modelo define de forma aleatória quais vértices serão utilizados como saída do sistema. Mas a aleatoriedade dessa definição diz respeito apenas à escolha dos vértices, pois a quantidade é determinada pela variável *TamSaida*, que contém o valor percentual para essa quantidade em relação ao total de vértices da rede.

A definição desse valor percentual precisa levar em conta que quanto menos vértices de saída houver, mais dificilmente *Q* será eliminada, deixando o sistema impregnado e dificultando a formação de caminhos. Por outro lado, um número muito elevado de vértices de saída encurtaria sobremaneira os caminhos, fazendo com que, em uma

hipóteses extrema, houvesse apenas dois vértices envolvidos: um de entrada, outro de saída.

Portanto, a definição dos percentuais de saída a serem simulados buscou valores que influenciassem o comportamento do trânsito de Q , sem comprometê-lo. Tais valores foram 10%, 20% e 30%.

3. Carga do estímulo (Q)

De acordo com a metodologia utilizada para as simulações, uma certa carga de Q deve ser introduzida em um dos vértices da rede que poderá ou não propagá-la de acordo com as condições que encontrar. Ao término de todas as possíveis propagações decorrentes de uma estimulação, o mesmo vértice é novamente estimulado e o ciclo se repete – Figura 5.1. Mas, para que esse ciclo aconteça, há dois valores importantes relacionados a Q que precisam ser definidos: o seu valor total, e o valor de sua parcela.

O valor total de Q diz respeito à carga máxima à qual o sistema será submetido, ou seja, ao limite para encerramento da simulação. Já o valor da fração de Q diz respeito à carga do estímulo, ou seja, ao nível de Q introduzido a cada estimulação. Naturalmente, o resultado da divisão entre o valor total de Q e o valor de sua parcela, determinará quantas vezes o sistema será estimulado. Assim,

$$\text{Quantidade de estimulacoes} = \frac{\text{Total de } Q}{\text{Parcela de } Q} \quad (5.1)$$

Os resultados dos testes exploratórios do modelo sugeriram que um valor para o total de Q na ordem de 100 unidades era suficiente para a estabilização de caminhos. Contudo, em alguns casos esse número se mostrava insuficiente, razão pela qual ele foi aumentado em 25% chegando ao nível final de 125. Este portanto foi o limite adotado para a carga total de Q em cada uma das simulações realizadas. O que variou entre os cenários no que diz respeito à carga de Q foi o valor de suas parcelas, ou seja, o valor de cada estímulo.

Esta é uma variável importante porque define o grau de precisão com que as menores barreiras serão escolhidas. O exemplo a seguir caracteriza bem essa questão.

Tabela 5.3: *Barreiras da vizinhança de N^x*

	N^{y1}	N^{y2}	N^{y3}
N^x	0,26	0,29	0,48

Fonte: autor

Um neurônio N^x que tenha as barreiras de contato de seus vizinhos definidas pela Tabela 5.3, recebe estímulos de $Q = 0,14$. No primeiro momento, dada a resistência imposta pelas barreiras não haverá propagação, e N^x reterá Q . Contudo, após um segundo estímulo, sua carga chegará ao nível $Q = 0,28$, que é suficiente para derrubar a barreira de N^{y1} e viabilizar a propagação. Neste caso, apenas uma barreira será

derrubada e a tendência, tendo em vista a carga do estímulo, é que este caminho prevaleça perante os demais.

Entretanto, se o valor do estímulo for definido como $Q = 0,25$, a carga retida em N^x após a segunda estimulação será de $0,50$, que é superior à resistência das barreiras de todos os seus vizinhos. Neste caso, portanto, todos eles receberão uma parcela igual de Q ($Q/3$) e serão necessárias muito mais estimulações até que uma das vias prevaleça. Com efeito, não apenas este primeiro intervalo do caminho demandará mais tempo para estabilização como todos os demais intervalos sofrerão alterações significativas, em virtude da divisão sofrida pela carga de Q .

Ou seja, o nível da parcela de Q , ou ainda a *carga do estímulo*, é uma variável extremamente sensível e importante, cuja relevância dos efeitos pode ser determinante para o processo de estabilização dos caminhos.

Para as simulações realizadas, foram definidos três níveis a serem verificados: $0,025$; $0,10$; e $0,25$.

4. Taxa de decaimento das barreiras

Esta é uma variável que interfere diretamente no nível de redução das barreiras de contato após a passagem de Q . Seus efeitos repercutem diretamente na velocidade com que os caminhos preferenciais podem ser definidos, uma vez que a redução dos níveis das barreiras é maior conforme o valor desta taxa se eleva.

Os valores definidos para a variável *BarDec* foram: $0,005$; $0,010$; e $0,020$.

Tomando como base os valores apresentados para as variáveis do modelo, foram criados os cenários para as simulações do modelo conforme a Tabela 5.4.

Tabela 5.4: *Cenários*

Cenários	1	2	3	4	5	6	7
Saída (%)	10	20	30	20	20	20	20
Carga do estímulo (Q)	0,025	0,025	0,025	0,10	0,25	0,10	0,10
Decaimento das barreiras	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,010	0,020

Fonte: autor

A análise dos cenários será feita tendo como referência os resultados obtidos com as redes do próprio cenário e também com os de outros cenários, de forma que os efeitos das alterações nos valores das variáveis possam ser melhor compreendidos. Assim, se tem que os cenários contidos na Tabela 5.5 foram agrupados para a análise dos efeitos da variação do percentual de neurônios de saída.

Os cenários agrupados na Tabela 5.6 permitem a observação dos impactos oriundos da variação da carga dos estímulos.

Tabela 5.5: *Cenários 1, 2 e 3*

Cenários	1	2	3
Saída (%)	10	20	30
Carga do estímulo (Q)	0,025	0,025	0,025
Decaimento das barreiras	0,005	0,005	0,005

Fonte: autor

Tabela 5.6: *Cenários 2, 4 e 5*

Cenários	2	4	5
Saída (%)	20	20	20
Carga do estímulo (Q)	0,025	0,10	0,25
Decaimento das barreiras	0,005	0,005	0,005

Fonte: autor

Os cenários agrupados na Tabela 5.7 permitem a observação dos impactos causados pela variação da taxa de decaimento das barreiras.

Tabela 5.7: *Cenários 4, 6 e 7*

Cenários	4	6	7
Saída (%)	20	20	20
Carga do estímulo (Q)	0,10	0,10	0,10
Decaimento das barreiras	0,005	0,010	0,020

Fonte: autor

5.3 Resultados

Antes de partir para a análise dos cenários, onde será feita uma abordagem mais geral dos resultados, ou seja, onde as simulações serão analisadas como um todo, é necessário fazer uma exploração mais minuciosa do funcionamento do modelo a fim de referenciar as considerações vindouras. Com este objetivo, os resultados da simulação feita com o vértice N^{158} da rede *RND10A* serão analisados a seguir de forma particularizada.

5.3.1 Análise detalhada do N^{158}

Como dito, o objetivo desta análise é observar mais acuradamente o comportamento do modelo no seu aspecto mais particular, ou seja, o *neurônio*. Para isso, não apenas o processo de transferência de Q será acompanhado desde o momento da estimulação até a descarga, como também os efeitos de sua passagem através dos *neurônios* serão observados. É oportuno frisar que a escolha do vértice N^{158} da rede *RND10A* não se deveu a nenhuma característica em especial, e que foram usadas as configurações do cenário 2, detalhadas na Tabela 5.8.

Tabela 5.8: *Configuração das variáveis para as simulações com N^{158}*

Cenário 2	
Vértices de saída	20%
Carga do estímulo (Q)	0,025
Taxa de decaimento das barreiras	0,005

Fonte: autor

De acordo com os valores configurados para as variáveis do modelo, tem-se que N^{158} recebeu a cada estimulação uma carga de $Q = 0,025$. Considerando que o valor das barreiras iniciais em todos os casos está configurado para o intervalo entre 0,25 e 0,75, conclui-se que durante pelo menos as 10 primeiras estimulações, N^{158} não conseguirá transmitir sua carga para nenhum dos seus vizinhos e será obrigado a retê-la, caracterizando o processo de *somação* já descrito. No entanto, caso N^{158} tivesse como vizinho um dos vértices tomados como saída, não haveria necessidade de retenção de Q , posto que tais vértices têm todas as suas *barreiras de contato* canceladas. Entretanto, conforme os dados da Tabela 5.9, onde foram registradas as primeiras propagações de N^{158} , não foi este o caso, uma vez que elas ocorreram apenas na estimulação 14, E_{14} .

Tabela 5.9: N^{158} : *Propagações após E_{14}*

E_{14}	p_1	p_2	p_3
N^{158}	N^{504}	N^{17}	
		N^{202}	X
		N^{645}	

Fonte: autor

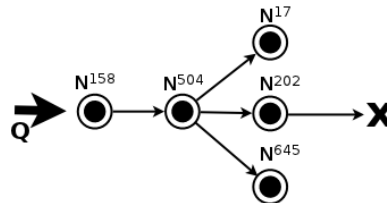


Figura 5.2: N^{158} : Propagações após E_{14} . Fonte: autor

Ainda de acordo com a Tabela 5.9 é possível verificar que na primeira propagação – p_1 – de N^{158} sua Q acumulada foi transmitida para apenas um dos seus vizinhos, N^{504} , que em seguida, em p_2 , transmitiu-a a três vizinhos – N^{17} , N^{202} e N^{645} . Uma última propagação, p_3 , ocorreu apenas de N^{202} para a saída, representada por X .

A Figura 5.2 ilustra os *neurônios* ativados pela propagação E_{14} . É muito importante que se compreendam dois detalhes dessa série de propagações. O primeiro deles é a *somação* ocorrida até a 13ª estimulação. Ela indica que o nível das barreiras dos vizinhos de N^{158} estavam acima de 0,325, uma vez que este era o total da carga de Q introduzida no sistema até aquele momento. Portanto, a partir de E_1 , houve uma acumulação gradual de Q no sistema, já que estímulo após estímulo, uma pequena carga de $Q = 0,025$ era introduzida e

nenhuma carga era liberada. Este processo de *somação*, cujo valor em termos de sistema será definido aqui pelo termo Q *residual*, foi interrompido na estimulação E_{14} onde as propagações culminaram na eliminação de parte dessa Q *residual*.

O segundo detalhe a ser observado diz respeito exatamente à forma como Q é transferida. Vale lembrar que existindo qualquer via através da qual possa acontecer o trânsito, toda a Q acumulada em um neurônio é transmitida. Ou seja, não existe o recurso da transmissão parcial de Q . Existe, no entanto, a divisão de Q entre um neurônio transmissor e os seus n vizinhos possíveis. No caso da transferência ocorrida entre N^{158} e N^{504} , toda a carga acumulada em N^{158} – a saber, $Q = 0,35$ – foi transmitida apenas para N^{504} que era o seu único vizinho cuja *barreira de contato* pode ser superada. Mas na transmissão de N^{504} ocorrida logo em seguida, houve a divisão da carga de Q por 3, já que este foi o número de vizinhos que tiveram suas *barreiras* superadas. Assim, a cada um dos vizinhos de N^{504} para os quais foi possível enviar Q (N^{17} , N^{202} e N^{645}) coube apenas 1/3 do seu valor, ou seja, aproximadamente 0,1167.

A conexão entre N^{202} e uma saída, X, permitiu a eliminação de sua carga, reduzindo o nível de Q *residual*. Já N^{17} e N^{645} não conseguiram propagar e retiveram suas cargas, iniciando um novo processo de *somação*.

Em termos de Q *residual*, a Tabela 5.10 registra os seus valores após cada estimulação. Vale observar o crescimento regular até E_{13} , seguido pela redução causada pela eliminação em E_{14} e novamente o crescimento em E_{15} , quando um novo processo de *somação* em N^{158} foi iniciado.

Tabela 5.10: N^{158} : Nível de Q residual após as primeiras 15 estimulações

Estimulação	Q residual	Estimulação	Q residual	Estimulação	Q residual
E_1	0,025	E_6	0,150	E_{11}	0,275
E_2	0,050	E_7	0,175	E_{12}	0,300
E_3	0,075	E_8	0,200	E_{13}	0,325
E_4	0,100	E_9	0,225	E_{14}	0,233
E_5	0,125	E_{10}	0,250	E_{15}	0,258

Fonte: autor

O nível de Q *residual* é um importante elemento para análise do processo de formação dos caminhos característicos do *APF* e sua utilização para este fim será verificada mais à frente.

De volta à simulação com N^{158} , o mesmo padrão ocorrido até E_{14} foi observado até E_{28} , ou seja, após um processo de *somação* em N^{158} , ocorreu uma outra série de propagações, igual à anterior. Neste caso, no entanto, N^{17} e N^{645} tiveram suas cargas de Q aumentadas outra vez em 0,1167, atingindo cada uma o nível aproximado de $Q = 0,2334$. Este valor, que é muito próximo do limite mínimo das *barreiras iniciais*, se for aumentado novamente

poderá permitir a propagação. Foi o que aconteceu em E_{42} .

Tabela 5.11: N^{158} : Propagações após E_{42}

E_{42}	p_1	p_2	p_3	p_4	p_5
N^{158}	N^{504}	N^{17}	N^{682}	N^{84}	
				N^{247}	
				N^{292}	X
				N^{833}	X
				N^{888}	
		N^{202}	X		
N^{645}					

Fonte: autor

De acordo com os dados da Tabela 5.11, em E_{42} , em decorrência das transmissões que periodicamente vinham acontecendo, N^{17} atingiu um nível de Q suficiente para superar a *barreira* de um dos seus vizinhos, N^{682} . Este, por sua vez, tendo recebido toda a Q acumulada em N^{17} – a saber, aproximadamente 0,3501 –, pôde superar as *barreiras* de 5 dos seus vizinhos, dos quais 2 possuíam conexão com saídas e puderam liberar suas cargas, enquanto os demais retiveram-nas, iniciando um novo processo de *somação*. A Figura 5.3 ilustra esse fluxo.

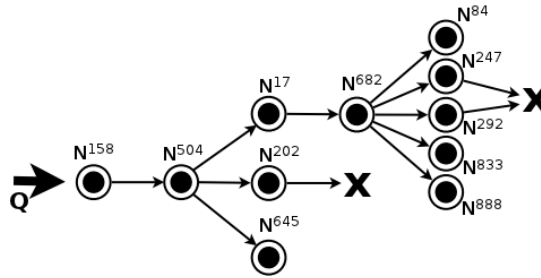


Figura 5.3: N^{158} : Propagações após E_{42} . Fonte: autor

É relevante observar que após essa estimulação o nível de Q residual sofreu uma queda um pouco mais acentuada que as duas anteriores – em E_{14} e E_{28} –, tendo em vista a eliminação de 2/5 da carga de Q até então retida em N^{17} . Por outro lado, em E_{42} , a quantidade de *neurônios* que estiveram ativos ao longo das propagações foi a maior até aqui.

Em E_{56} ocorre uma nova série de propagações e a Tabela 5.12 reporta-se a ela.

Ainda retendo, em função do nível elevado das *barreiras* dos seus vizinhos, toda a carga de Q a que fora submetido, desta feita N^{645} conseguiu *somar* carga suficiente para superar as de 2 deles, N^{28} e N^{965} , e ambos, por estarem conectados a uma saída, eliminaram imediatamente toda a Q recém recebida. Ou seja, em E_{56} , um estímulo de apenas 0,025 gerou uma descarga de aproximadamente 0,5833, mais de 23 vezes maior, diminuindo bastante o nível de Q residual no sistema, que após a estimulação anterior, E_{55} , atingira

Tabela 5.12: N^{158} : Propagações após E_{56}

E_{56}	p_1	p_2	p_3	p_4
N^{158}	N^{504}	N^{17}		
		N^{202}	X	
		N^{645}	N^{28}	X
			N^{965}	X

Fonte: autor

o patamar de 0,885. Essa ocorrência, muito característica no *APF* é chamada de *efeito avalanche*.

É preciso observar também que em função de N^{17} ter transmitido sua carga de Q na estimulação 42, nesta, o seu nível de Q estava muito baixo e não foi possível transmitir, fazendo com que toda a cadeia de *neurônios* formada a partir de sua transmissão anterior, fosse deixada de lado: Figura 5.4. Entretanto – e este é o ponto central do *APF* – a passagem de Q através daqueles *neurônios* foi registrada em forma de redução das *barreiras de contato* envolvidas.

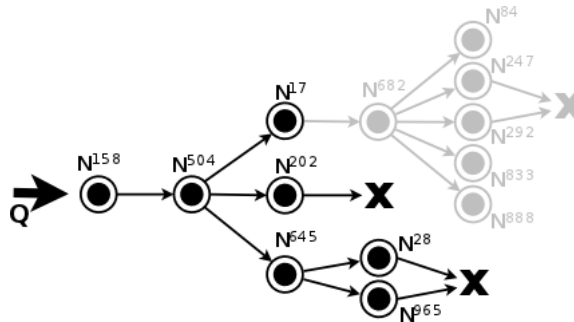


Figura 5.4: N^{158} : Propagações após E_{56} . Fonte: autor

Todas essas ocorrências observadas até aqui indicam, especialmente, o modo como o modelo tenta encontrar caminhos para eliminação de Q . Neste sentido, a variação entre a quantidade de *neurônios* ativados e ainda a variação dos níveis de Q residual registram justamente os efeitos dessa tentativa, e os gráficos da Figura 5.5 ajudam a compreender essa relação.

Neles é possível observar, até E_{100} , a acumulação gradativa de Q residual, bem como suas descargas, sempre seguidas de novas acumulações cujos picos alcançam níveis cada vez mais altos. A única exceção acontece em E_{56} , quando ocorre a forte descarga de Q já comentada aqui. Logo em seguida, no entanto, a mesma tendência de acumulação de Q residual volta a ser notada. Sobre essa acumulação, é importante ser dito que parte dela é natural e decorre da pequenez do estímulo. Ou seja, como cada estímulo é de apenas 0,025, somente através da *somação* no neurônio estimulado é que as transmissões são possibilitadas. Ao longo desse processo de *somação*, naturalmente, Q residual terá

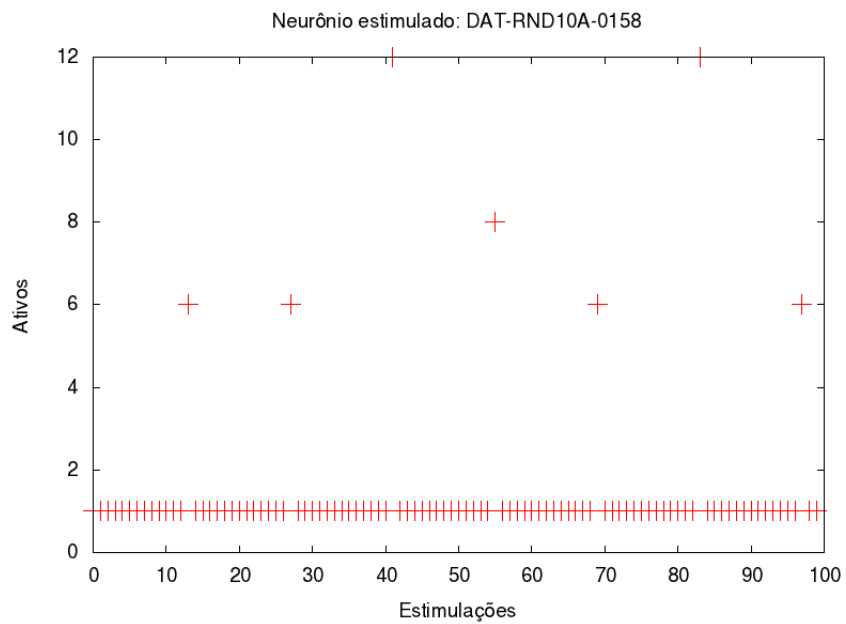
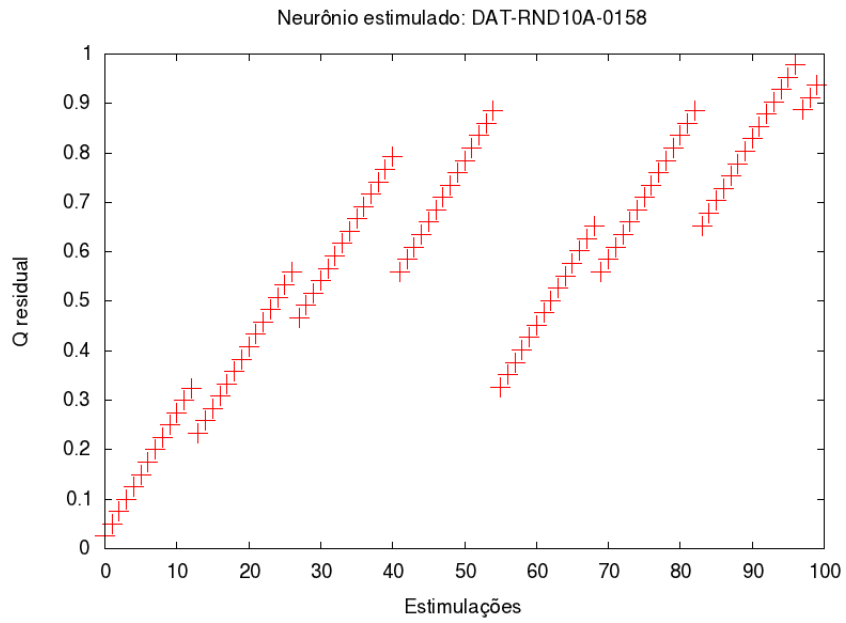


Figura 5.5: N^{158} : gráficos até E_{100} . Fonte autor

um aumento da mesma intensidade do estímulo. Esse, portanto, é um comportamento normal. Porém, o que faz com que o nível de Q residual se eleve apesar das descargas, é justamente a inexistência de um caminho específico entre o *neurônio* estimulado e a saída. Porque no decorrer do processo de formação desse caminho, alguns *neurônios* recebem cargas de Q e não conseguem propagá-las, retendo-as e contribuindo para o aumento de Q residual. Mas quando um caminho já está estabelecido, o trânsito de Q se dá sem desvios, e apenas o processo de *somação* contribui para o aumento temporário de Q residual.

A Figura 5.5(b) mostra a variação na quantidade de *neurônios* ativos em decorrência de cada estimulação. Vale ressaltar que nos casos em que uma ou mais saídas são alcançadas, essa quantidade é acrescida de um. Um aspecto importante nesse gráfico é o grande número de pontos plotados em $Y = 1$. Trata-se da representação gráfica da ativação isolada de N^{158} , que durante a maior parte das estimulações não consegue propagar em virtude da pequenez do estímulo. Os pontos plotados acima de $Y = 1$ indicam, em virtude de sua variação, a inexistência de um caminho que possa ser repetido. Ou seja, algumas vezes 6 *neurônios* são ativados, outras vezes 12, ou 8, não há, de qualquer forma, uma regularidade que possa sugerir a existência de um caminho estável.

A questão que se levanta a partir deste ponto diz respeito justamente ao modo como os caminhos são estabilizados. Para respondê-la, é preciso avançar até o estímulo 1.251, ilustrado pela Figura 5.6

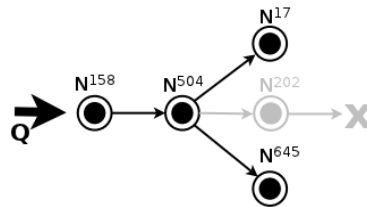


Figura 5.6: N^{158} : caminho em E_{1251} . Fonte: autor

A partir desta estimulação, a *barreira de contato* existente entre os *neurônios* N^{158} e N^{504} se tornou suficientemente permeável para precisar de uma carga menor de Q para ser superada. Isso significa, em um primeiro instante, que um número menor de estímulos passou a ser necessário para que alguma propagação ocorresse.

Este fato, em si, evidencia uma importante característica a ser considerada: o processo de *somação* se torna menos intenso, a medida que as *barreiras* se tornam mais permeáveis. E como consequência disso, neste caso em particular, N^{504} , que até então propagava imediatamente a Q recebida para três dos seus vizinhos, deixou de propagar para um deles, N^{202} , cuja *barreira*, embora estivesse sendo paulatinamente enfraquecida pelas passagens anteriores de Q , tornou-se capaz de suportar sua nova carga reduzida.

Assim, apenas N^{17} e N^{645} passaram a receber as cargas de Q provenientes de N^{504} , ocasionando um novo arranjo de propagações. É importante observar também, que a carga transmitida para esses *neurônios* individualmente tornou-se maior, uma vez que não fora mais dividida entre três, mas apenas entre dois *neurônios*.

Naturalmente, a variação da carga de Q recebida por N^{17} e N^{645} pode ter gerado impactos importantes no restante do caminho, sendo essa uma característica que evidencia o grau de complexidade do processo de estabilização.

Mas o ponto em observação diz respeito especificamente ao abandono de uma das vias de escoamento de N^{504} . Ou seja, em virtude da própria dinâmica do *APF*, uma via anteriormente utilizada passou a ser preterida em relação a outras, sem que para isso fosse necessária qualquer intervenção no sistema, além de, é claro, a manutenção do fluxo de estimulações.

Esse mesmo tipo de comportamento voltou a acontecer após o estímulo E_{1946} . Em virtude mais uma vez da redução da *barreira* de N^{504} , uma carga menor proveniente de N^{158} lhe foi transmitida. Essa carga menor, no entanto, não foi capaz de superar a *barreira* de N^{17} e escoou inteiramente para N^{645} , conforme ilustrado na Figura 5.7.

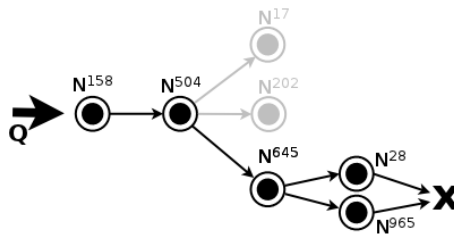
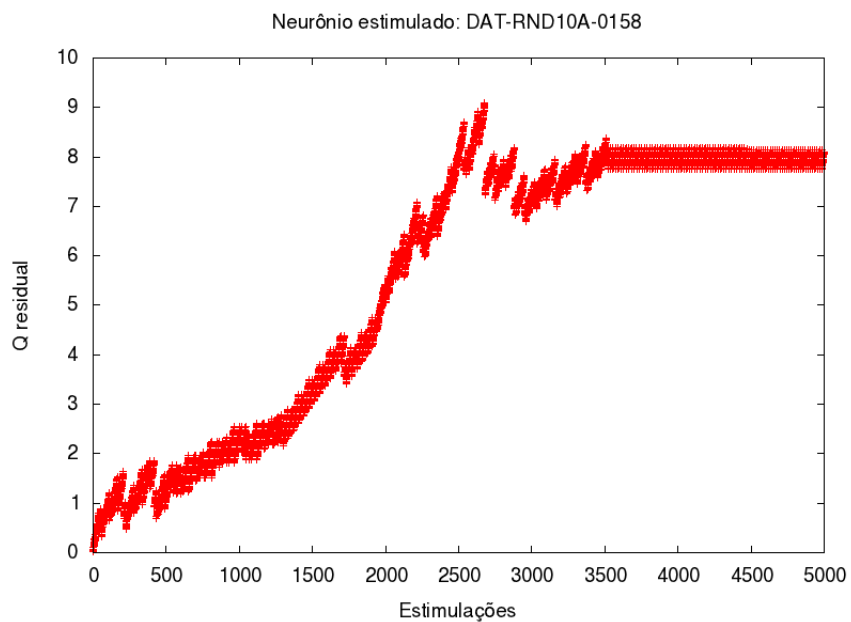


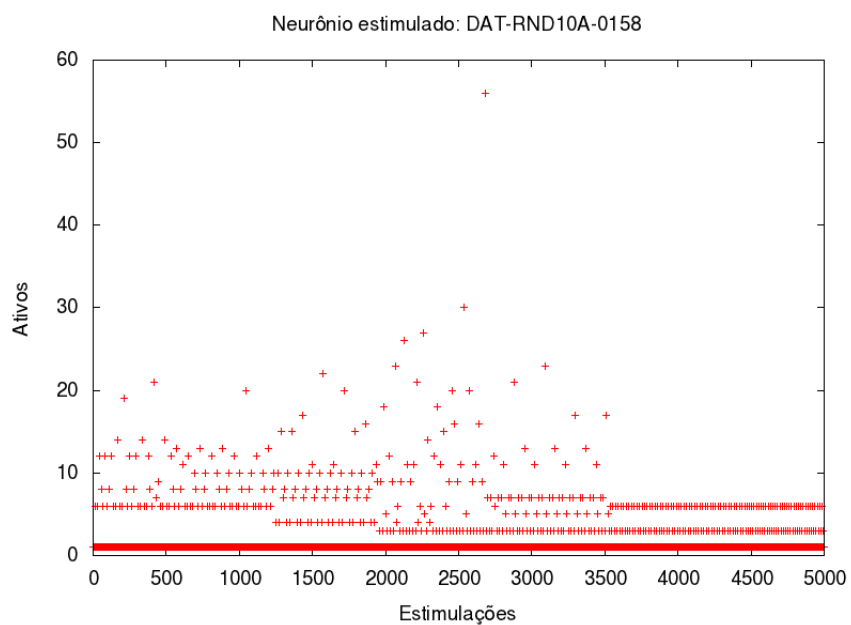
Figura 5.7: N^{158} : caminho em E_{1946} . Fonte: autor

Este trecho do caminho partindo de N^{158} até uma saída foi, então, definido. N^{504} que chegou a transmitir para três outros *neurônios*, a partir do estímulo E_{1946} passou a transmitir para apenas um, e a carga de Q necessária para desencadear propagações a partir de N^{158} tornou-se paulatinamente menor.

Mas os gráficos da Figura 5.8 indicam que a instabilidade no sistema, percebida através da acumulação de Q e também do número de *neurônios* ativados após cada estímulo, continuou a existir apesar desses pequenos ajustes ao longo do caminho. Ou seja, a rigor, sempre que um novo caminho for percorrido ou que diferentes cargas de Q estiverem em circulação, o sistema se deparará com uma nova dinâmica de distribuição que pode levá-lo a uma condição de estabilidade – onde um mesmo caminho passará a ser repetido desde a origem do estímulo até a saída –, ou a uma condição de instabilidade – onde diferentes *neurônios* receberão cargas de Q .



(a) Gráfico de Q residual



(b) Gráfico de *Neurônios ativos*

Figura 5.8: N^{158} : gráficos até $E_{5.000}$. Fonte: autor

Neste sentido, a Figura 5.8 indica que por volta do estímulo 3.500, após um longo período de instabilidade, o sistema encontrou um caminho aparentemente estável. Essa conclusão é possível por conta da grande dispersão dos pontos plotados no gráfico de *neurônios ativos* ter dado lugar a apenas três linhas bem definidas, que sugerem a repetição de um caminho.

Da mesma forma – e talvez com clareza ainda maior – o gráfico de *Q residual* revela a intensa e irregular *somação* que antecede o encontro de um caminho estável. É importante notar que enquanto a grandeza do estímulo continuar menor que a das *barreiras*, o processo de *somação* continuará ocorrendo e o gráfico de *Q acumulada* registrará uma faixa regular representando esse processo.

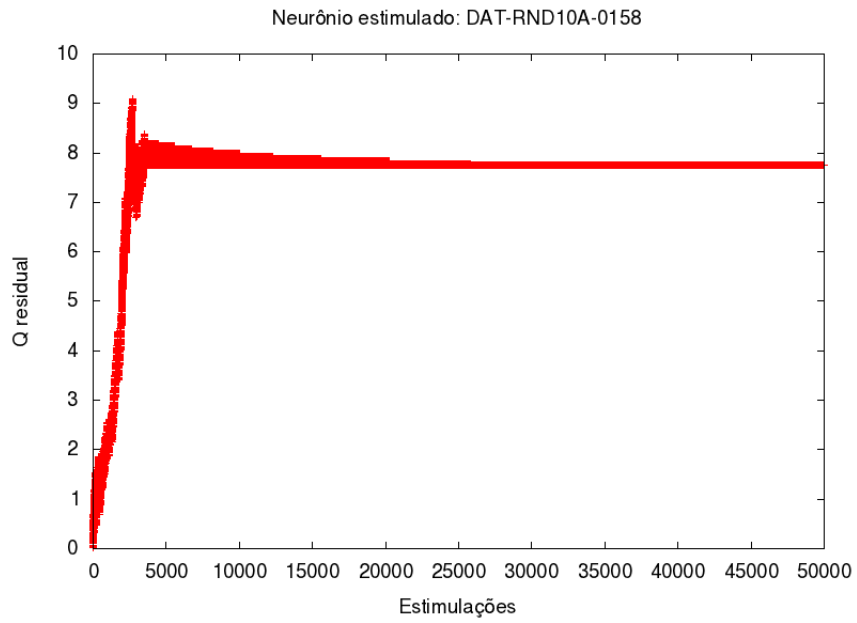
A título de exploração, uma outra simulação foi realizada com o *neurônio* N^{158} . Desta feita 50.000 estímulos de $Q = 0,025$ lhe foram introduzidos, e os resultados podem ser vistos nos gráficos da Figura 5.9.

Em ambos os gráficos se percebe uma acomodação dos pontos plotados. O estreitamento da faixa de *Q residual* sugere realmente que a redução do nível das *barreiras* reduz também o nível da *somação* necessária à transferência. A continuidade desse ciclo, conforme ilustrado, culmina na facilitação total das *barreiras* e no livre trânsito de *Q* através do caminho estabilizado. Não há mais *somação*. Entretanto, o nível de *Q residual* não cai a zero por conta das cargas que ficaram retidas nos *neurônios* que já não fazem parte do caminho.

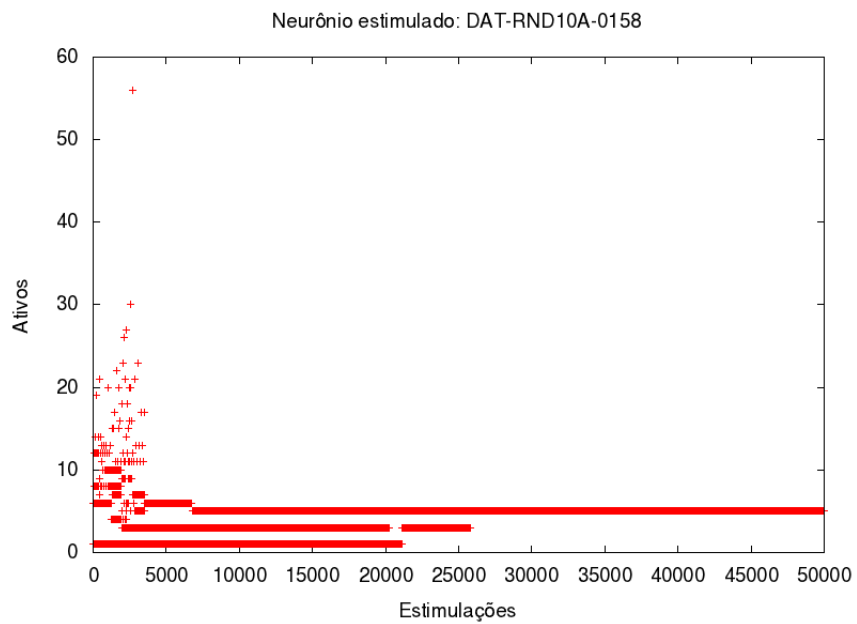
Mas esse comportamento de estabilização dos caminhos não está livre de reversões. Ou seja, um caminho que apresente características de estabilidade como constância no número de *neurônios* ativos e manutenção de *Q residual* dentro de uma faixa regular, um caminho assim, pode ser afetado pelos efeitos da redução de uma *barreira* e da possível mudança na distribuição da carga de *Q* de tal modo que sua estabilidade seja perdida. É o que revelam, por exemplo, os gráficos da Figura 5.10, gerados a partir das simulações realizadas com outros *neurônios*: N^{309} e N^{691} .

É possível notar nos dois gráficos que momentos de instabilidade e estabilidade se sucederam ao longo das 5.000 estimulações. No caso de N^{309} a estabilidade ocorreu em um período mais breve, mas está bem caracterizada. Por sua vez, N^{691} registrou um período mais longo de estabilidade que, no entanto, também foi interrompido.

Situações como as encontradas na Figura 5.11, onde mais uma vez estão exibidos os gráficos de simulações feitas com diferentes *neurônios* – N^{388} e N^{835} –, encorajam a conclusão de que o caminho característico do *APF* implica rearranjos periódicos, intercalados por períodos com maior ou menor grau de desordem. E vale notar, no caso dos *neurônios*



(a) Gráfico de Q residual



(b) Gráfico de *Neurônios ativos*

Figura 5.9: N^{158} : gráficos até $E_{50,000}$. Fonte: autor

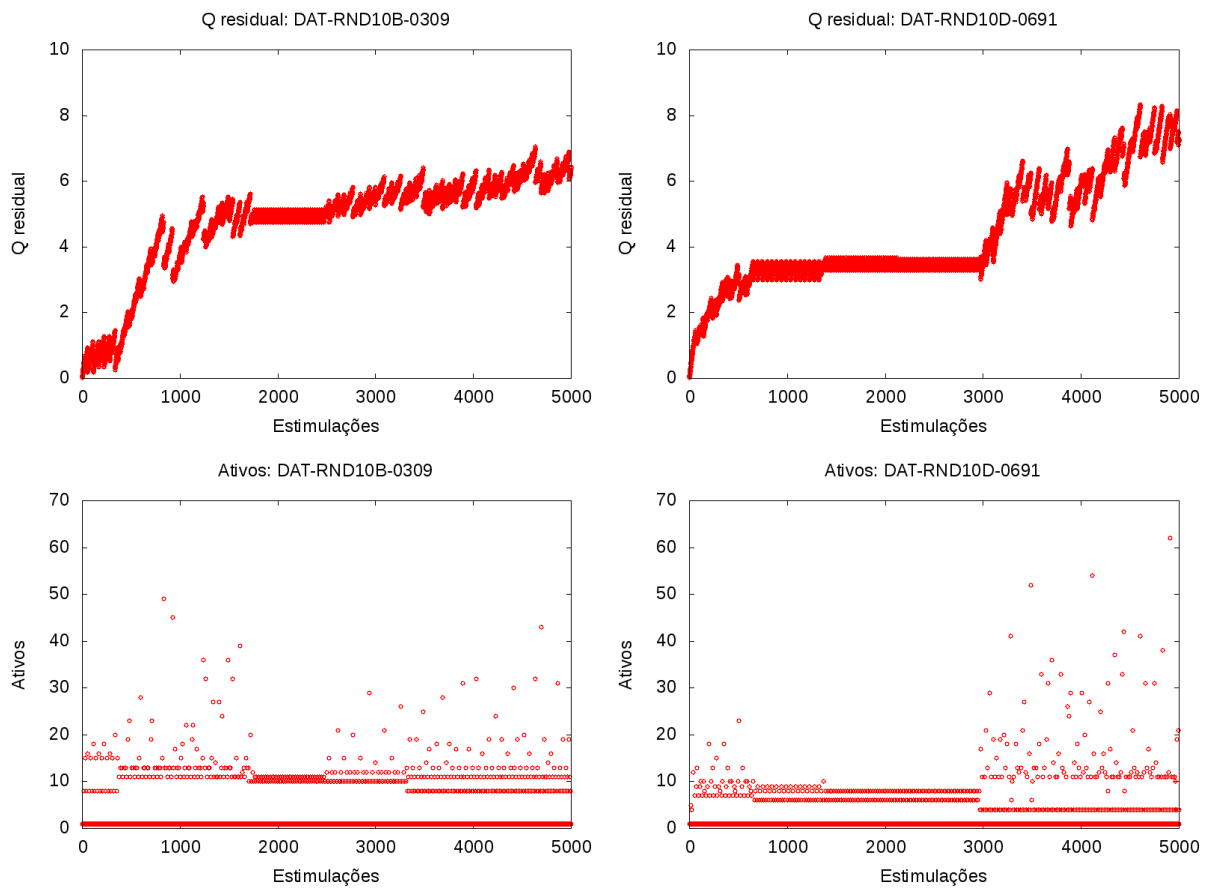


Figura 5.10: Gráficos de Q residual e neurônios ativos para simulações com N^{309} e N^{691} . Fonte: autor

em questão, que os caminhos de ambos, já nas primeiras propagações, pareceram estáveis, ou seja, caso as simulações fossem feitas com um número menor de estímulos, aqueles caminhos poderiam ser tomados como perfeitamente definidos.

Mas, valendo-se ainda dos gráficos da Figura 5.9, é preciso concluir também que um caminho pode ser estabilizado de forma definitiva, ou seja, que os rearranjos não ocorrem obrigatoriamente, mas, sim, que são como um recurso do sistema para procurar dentre suas vias possíveis, uma que seja – temporariamente ou não – capaz de eliminar Q .

5.3.2 O loop

Ocorre, no entanto, que ao longo do processo de estabilização de um caminho, certas condições topológicas podem causar um fluxo infinito de Q entre alguns neurônios. A Figura 5.12 exemplifica essa situação.

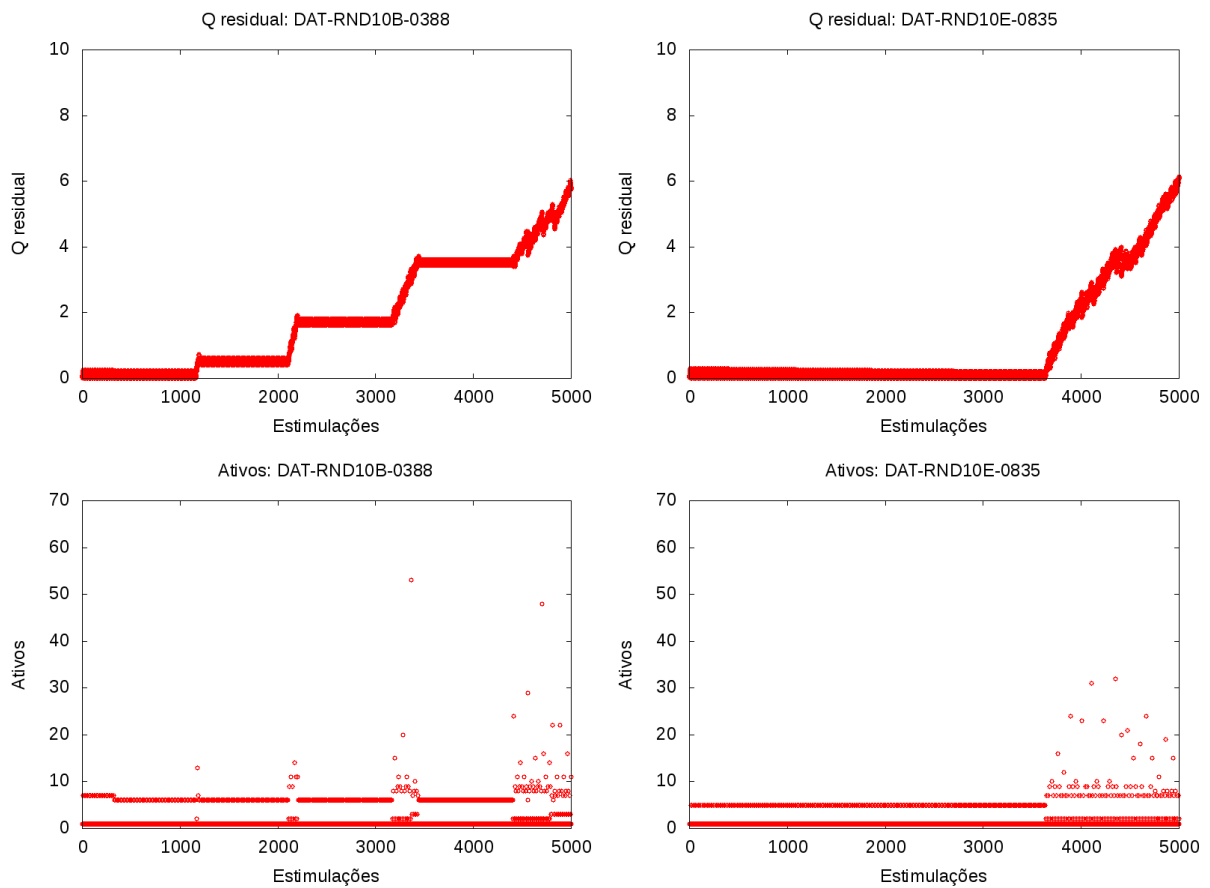


Figura 5.11: Gráficos de Q residual e neurônios ativos para simulações com N^{388} e N^{835} . Fonte: autor

Como a metodologia utilizada neste trabalho requer que uma nova estimulação ocorra somente após o fim das propagações decorrentes da estimulação anterior, em situações como a da Figura 5.12, onde Q encontra condições para fluir continuamente em um grupo fechado de *neurônios*, ocorre a propagação infinita de Q : o *loop*. Quando isso acontece, o modelo identifica e interrompe a simulação, registrando no log.

Portanto, o *loop* decorre do trânsito infinito de Q através de certos *neurônios* da rede. Ou seja, sob determinadas condições pode acontecer a retenção de Q , não em um único neurônio que impedido pelas barreiras de seus vizinhos não consiga transmitir, mas em um grupo deles onde a transmissão é possível e ocorre, mas de forma contínua, fechada, e infinita.

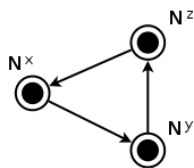


Figura 5.12: Loop. Fonte: autor

5.3.3 Análise do Cenário 1

A configuração do Cenário 1 está detalhada na Tabela 5.13. Este cenário se caracteriza pela configuração do menor percentual de *neurônios de saída* dentre todos os demais Cenários simulados: 10%. As implicações de um percentual desta ordem poderão ser verificadas através da análise conjunta com os Cenários 2 e 3, nos quais as variáveis mantiveram os mesmos níveis do Cenário 1 exceto o percentual de saída, configurado respectivamente em 20 e 30%, sendo este último o maior dentre os simulados.

Tabela 5.13: *Configuração das variáveis para o Cenário 1*

Cenário 1	
Vértices de saída	10%
Carga do estímulo (Q)	0,025
Taxa de decaimento das barreiras	0,005

Fonte: autor

Uma análise geral dos resultados para este cenário aponta para uma forte tendência ao *loop*, intensificada à medida que a densidade das redes aumenta. Essa tendência é especialmente elevada nas redes *aleatórias* onde, com $\Delta = 0,0500501$ chegou-se ao patamar de 94%, contra os 52,5% verificados nas redes *mundo pequeno* com o mesmo valor de Δ .

Tabela 5.14: *Percentual de Loops para as redes do Cenário 1*

Redes	Loop (%)	Redes	Loop (%)
RND10	70,4	SW10	40,2
RND25	89,6	SW25	55,9
RND50	94,0	SW50	52,5

Fonte: autor

Também nas redes *aleatórias* é possível observar, conforme a Tabela 5.14, que o percentual de *loops* acompanha o aumento da densidade da rede, o que não acontece no caso da topologia *mundo pequeno* em que há um aumento do percentual de *loops* entre as redes com $\Delta = 0,01001$ e $\Delta = 0,025025$, seguido por uma redução entre as redes com $\Delta = 0,025025$ e $\Delta = 0,0500501$. No entanto, essa redução não é suficiente para tornar o percentual de *loops* verificado nas redes de densidade $\Delta = 0,0500501$ menor que o verificado nas redes de densidade $\Delta = 0,01001$. Ou seja, embora a relação entre a densidade da rede e o percentual de *loops* não esteja tão bem caracterizada nas redes *mundo pequeno* quanto

nas redes *aleatórias*, os números encontrados ainda apontam para essa tendência.

Já os números da Tabela 5.15 indicam que não há apenas uma relação entre o aumento da densidade da rede e uma maior ocorrência de *loops*, mas também que essa ocorrência se torna cada vez mais prematura a medida em que a densidade aumenta. Ou seja, especialmente nas redes aleatórias, há uma relação direta entre densidade e quantidade de *loops*, e essa relação é forte o bastante para se manifestar em redes mais densas logo nas primeiras estimulações.

Tabela 5.15: *Distribuição da ocorrência de loops por intervalo de estimulações nas redes do Cenário 1*

	Aleatória			Mundo Pequeno		
	10.000	25.000	50.000	10.000	25.000	50.000
0 – 25	1,0	35,8	84,4	2,8	12,4	13,5
25 – 50	4,0	34,7	7,2	4,7	11,2	9,2
50 – 75	13,0	15,4	1,8	8,5	12,1	14,5
75 – 100	32,6	3,4	0,5	14,9	14,6	11,4
100 – 125	19,8	0,3	0,1	9,3	5,6	3,9

Fonte: autor

Um outro aspecto relevante em relação ao comportamento do modelo pode ser verificado a partir da observação dos gráficos dos resultados. Conforme a Figura 5.13 onde estão plotados os níveis de *Q residual* encontrados durante as simulações feitas com os vértices 415 da rede *Aleatória RND10B* e 39 da rede *Mundo Pequeno SW10A*, há uma perceptível diferença entre as padronagens visualizadas.

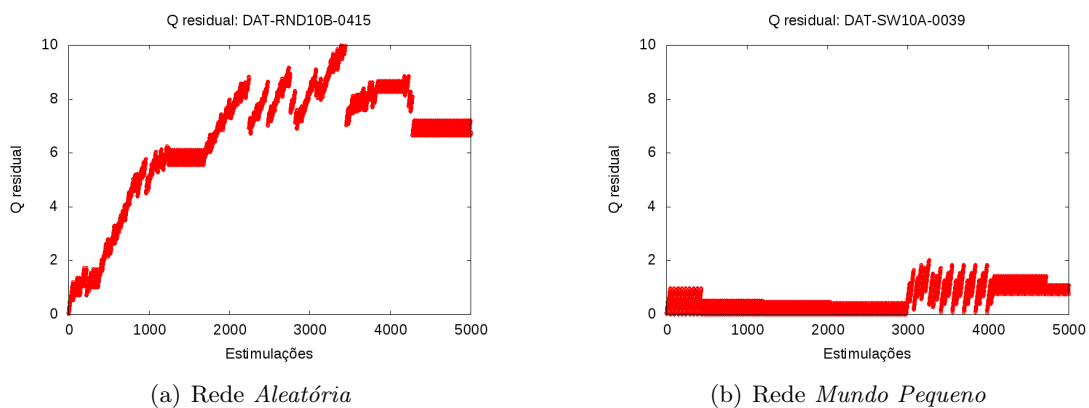


Figura 5.13: Gráficos de *Q residual* com diferentes padronagens para as redes *Aleatória* e *Mundo Pequeno*. Fonte: autor

Em ambos os gráficos são observados os mesmos períodos de estabilidade e de instabilidade observados nos gráficos vistos anteriormente, ou seja, períodos onde o fluxo de *Q* se mantém em uma faixa regular, e períodos em que há acúmulos e descargas de intensidades variadas. No entanto, se no gráfico da rede *Aleatória*, Figura 5.13(a), a padronagem é irregular e desforme, no gráfico da rede *Mundo pequeno*, Figura 5.13(b), há uma padrona-

gem mais uniforme, com menos variações abruptas. Esse comportamento oscilatório dos caminhos, conforme já abordado aqui, é normal e esperado. Contudo, chama a atenção a diferença entre os padrões dos períodos de instabilidade nos dois gráficos.

Na Figura 5.14 onde são apresentados lado a lado também os gráficos de *neurônios ativos* obtidos durante essa mesma série de estimulações, é possível observar que a instabilidade na rede *Aleatória* envolveu uma variação muito grande da quantidade de *neurônios ativos*. Por sua vez, na rede *Mundo Pequeno* mesmo em períodos instáveis houve uma variação pequena desta quantidade, sugerindo que um novo período de estabilidade estaria iminente.

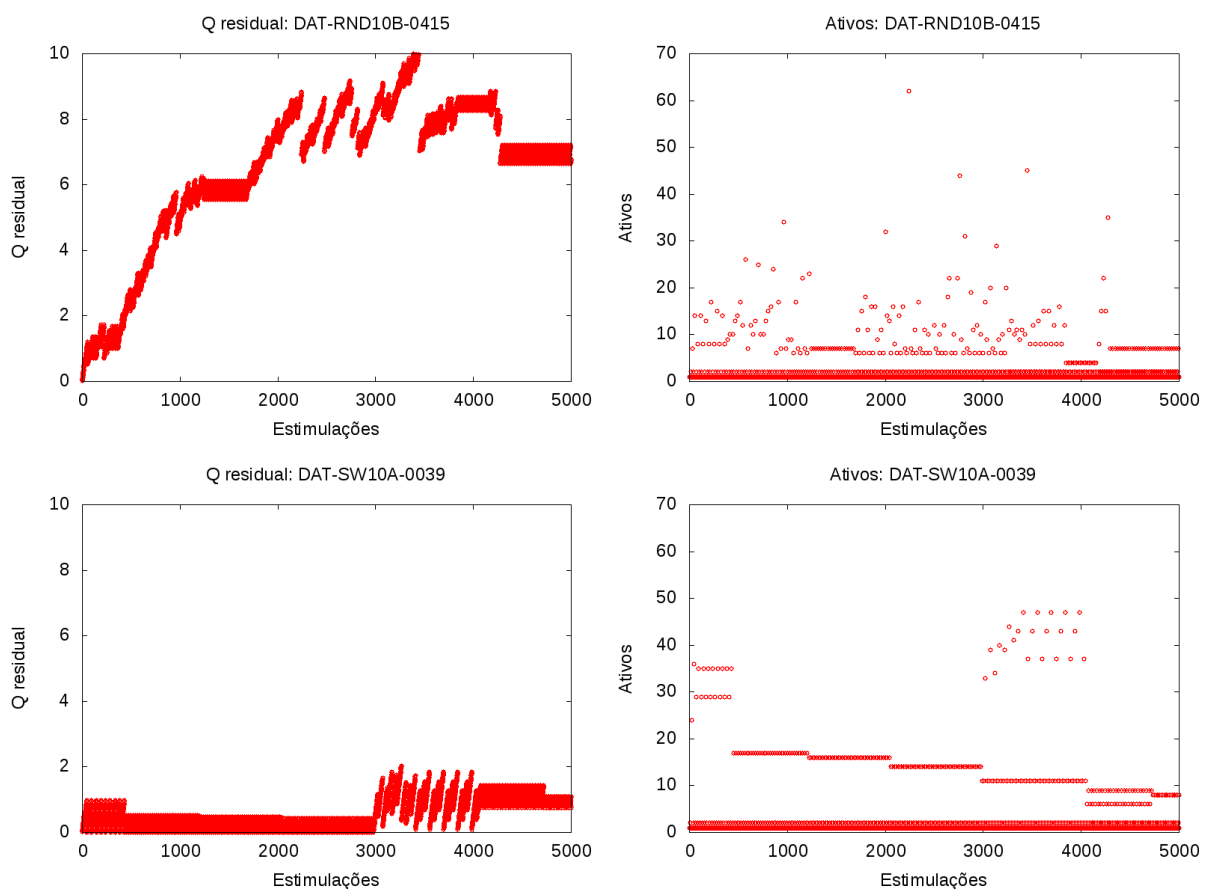


Figura 5.14: Gráficos de Q residual e *Neurônios ativos* em redes *Aleatórias* e *Mundo Pequeno*. Fonte: autor

Os gráficos apresentados, assim como a análise feita sobre eles, representam mais que considerações acerca de resultados pontuais, mas uma tendência observada no conjunto dos gráficos dessas duas topologias. Ou seja, embora em cada uma delas ocorram outros padrões, há um predomínio do comportamento acima descrito. E este mesmo comportamento predominante, antecipando as análises vindouras, foi observado em todos os outros cenários, sugerindo que, de fato, as redes *Mundo Pequeno* apresentam uma tendência mais

forte à estabilidade em relação às redes *Aleatórias*.

5.3.4 Análise do Cenário 2

A Tabela 5.16 contém as configurações das variáveis para o cenário 2. Em relação ao anterior, este segundo cenário aumenta para 20% o percentual da vértices de saída das redes e os resultados desse aumento serão avaliados a seguir.

Tabela 5.16: *Configuração das variáveis para o Cenário 2*

Cenário 2	
Vértices de saída	20%
Carga do estímulo (Q)	0,025
Taxa de decaimento das barreiras	0,005

Fonte: autor

A concepção de uma rede com mais vértices de saída pode induzir à crença de que mais facilmente ocorrerá a eliminação de Q e a formação de caminhos característicos. Os dados da Tabela 5.17 confirmam essa expectativa e indicam também, assim como avaliado no cenário 1, que a densidade da rede é um fator de elevada importância para a ocorrência de *loops*.

Tabela 5.17: *Percentual de loops para as redes do Cenário 2*

Redes	loops (%)	Redes	loops (%)
RND10	12, 8	SW10	1, 3
RND25	73, 2	SW25	20, 0
RND50	84, 3	SW50	35, 1

Fonte: autor

Da mesma forma, é possível verificar ainda na Tabela 5.17 que o conjunto das redes *Mundo pequeno* de menor densidade apresentou uma quantidade de *loops* significativamente inferior à apresentada pelas demais redes. O que chama mais atenção, no entanto, é o fato do conjunto das redes *Aleatórias* de menor densidade ter apresentado uma quantidade de *loops* inferior aos de todos os demais conjuntos de maior densidade, independentemente da topologia. Ou seja, o aumento do número de vértices de saída conferiu às redes *Aleatórias* de menor densidade um comportamento equiparável ao das redes *Mundo pequeno* em termos de ocorrências de *loop*.

Entretanto, isso não ocorreu nas redes *Aleatórias* de densidades mais elevadas. Nesses casos as ocorrências de *loop* se mantiveram em um patamar bem acima dos observados nas redes *Mundo pequeno*.

Essas observações reforçam a tese de que a densidade das redes é um fator de grande relevância para o funcionamento do modelo e sugerem, ainda, que essa relevância se

torna maior à medida que haja melhores condições para a eliminação de Q , ou seja, mais vértices de saída.

No cenário 3 foi utilizado um número ainda maior de vértices de saída, e a análise de seus resultados contribuirá para um melhor entendimento dessa relação.

5.3.5 Análise do Cenário 3

Conforme a Tabela 5.18, este cenário foi configurado com um percentual de 30% para a quantidade de vértices de saída, ao passo que as demais variáveis se mantiveram nos mesmos níveis dos cenários anteriores.

Tabela 5.18: *Configuração das variáveis para o Cenário 3*

Cenário 3	
Vértices de saída	30%
Carga do estímulo (Q)	0,025
Taxa de decaimento das barreiras	0,005

Fonte: autor

Os resultados encontrados para este cenário confirmam a tendência verificada no cenário anterior. Ou seja, uma maior quantidade de vértices de saída contribui decisivamente para a formação continuada de caminhos característicos, evitando a ocorrência de *loops*. E como apontam os dados da Tabela 5.19, topologia e densidade das redes têm especial relevância para a dinâmica do modelo.

É expressivo o fato dos dois conjuntos de menor densidade terem apresentado a menor ocorrência de *loops* para o cenário, mas é também expressiva a diferença existente entre os resultados obtidos para os conjuntos das redes com as densidades mais elevadas das duas topologias: em termos comparativos, no conjunto das redes *Aleatórias* com densidade $\Delta = 0,0500501$ a ocorrência de *loops* foi mais de 7 vezes maior que no conjunto das redes *Mundo pequeno* de mesma densidade. Ou seja, a densidade das redes potencializa as diferenças entre as topologias com resultados diretos no desempenho do modelo.

Tabela 5.19: *Percentual de Loops para as redes do Cenário 3*

Redes	Loop (%)	Redes	Loop (%)
RND10	1,9	SW10	0,0
RND25	38,4	SW25	2,8
RND50	69,2	SW50	9,7

Fonte: autor

Observa-se também que o conjunto das redes *Mundo pequeno* de densidade $\Delta = 0,01001$ não apresentou qualquer ocorrência de *loop* durante as simulações deste cenário. Mas

este dado será melhor explorado a seguir, onde os cenários 1, 2 e 3 serão analisados conjuntamente.

5.3.6 Análise conjunta dos Cenários 1, 2 e 3

A análise conjunta dos Cenários 1, 2 e 3 permite que sejam analisados os efeitos oriundos da variação dos percentuais de saída nas redes simuladas.

Mas aqui é oportuno focar o processo de formação dos caminhos característicos, e não apenas o *loop* que, a rigor, é apenas um dos seus muitos aspectos. E o primeiro ponto a ser considerado diz respeito à caracterização propriamente dita dos caminhos. Ou seja, à maneira como eles se constroem.

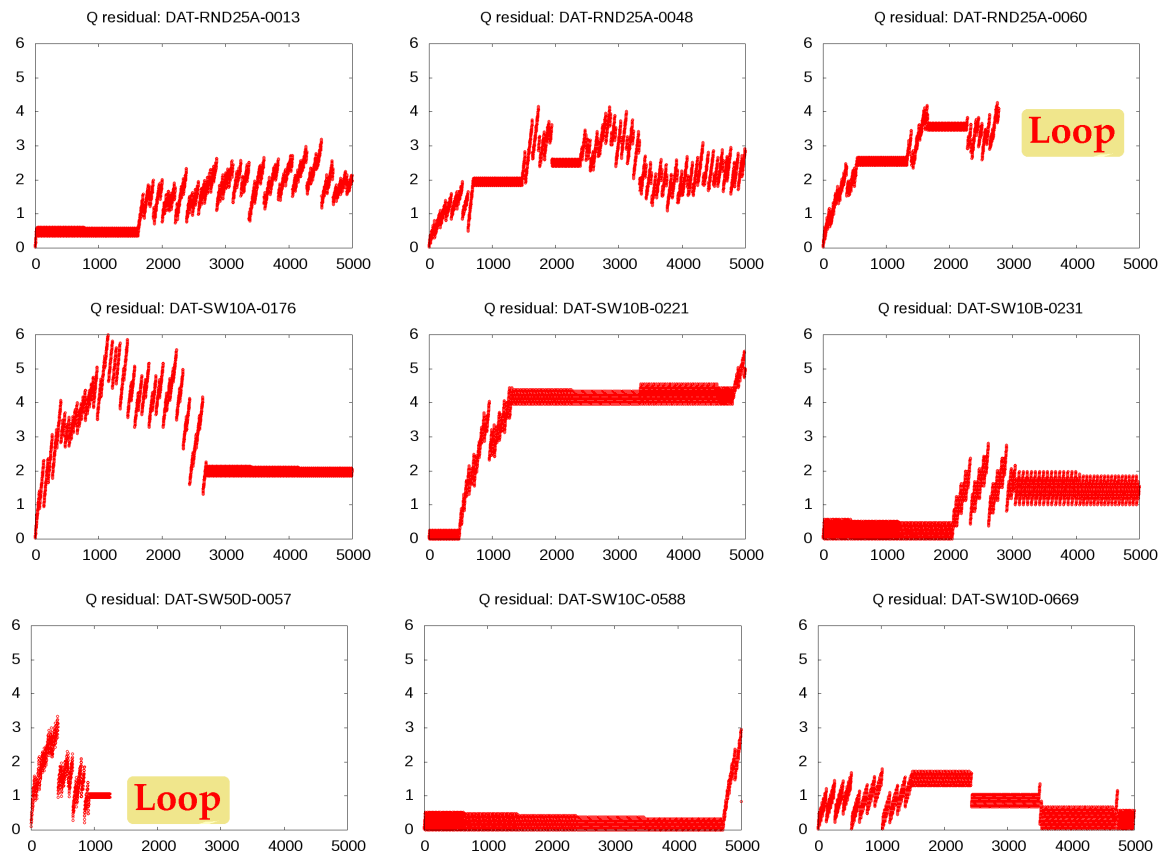


Figura 5.15: Coletânea de gráficos de Q residual. Fonte: autor

Conforme já comentado, é natural que haja uma certa alternância entre momentos de estabilidade e instabilidade. A Figura 5.15, inclusive, mostra uma coletânea de outros gráficos onde esse comportamento é novamente observado.

Essa alternância não é regular mas de qualquer modo são perceptíveis certos períodos

distintos. Portanto, períodos de estabilidade, não importa quão longos ou curtos sejam, podem ser intercalados por períodos de instabilidade, em uma sucessão que pode ser interrompida a qualquer momento pelo *loop*, ou pela estabilização definitiva de um caminho, conforme observado na simulação com N^{158} . Nela, é válido lembrar, o modelo foi suficientemente estimulado para que – não ocorrendo o *loop* – um caminho prevalecesse definitivamente perante os demais. Entretanto, a manutenção de tal caminho acabou causando a total facilitação dos *neurônios* envolvidos, que, assim, deixaram de ser impermeáveis e passaram a se comportar não mais como *neurônios* ψ , mas sim como *neurônios* ϕ .

Deste modo se pode presumir que, voluntariamente ou não, a dinâmica através da qual periodicamente ocorrem rearranjos nos caminhos representa para o sistema uma forma de preservação da sua flexibilidade e, portanto, da sua capacidade de ser modificado. Porque no momento em que um único caminho se estabelece de modo inexorável, inicia-se o processo de conversão de seus *neurônios* de ψ em ϕ .

Avançando na análise do caminho característico do *APF*, na Tabela 5.20 há informações a respeito do tamanho dos maiores caminhos percorridos durante as últimas 10 estimulações às quais os *neurônios* se submeteram. – Os casos de *loop* não foram considerados. Vale ressaltar que, em virtude da própria alternância de períodos, não é possível definir se tais caminhos são estáveis ou não, até porque, essas são condições que, na maioria das vezes, se mostraram transitórias.

Tabela 5.20: *Tamanho médio dos caminhos nos Cenários 1, 2 e 3*

	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	RND	SW	RND	SW	RND	SW
$A = 10.000$	8,1	10,0	7,6	7,5	5,9	6,0
$A = 25.000$	3,3	7,9	4,9	8,0	6,6	6,9
$A = 50.000$	3,3	8,3	3,5	7,0	3,9	6,8

Fonte: autor

O que chama atenção nos dados da Tabela 5.20, é a pequenez dos caminhos. Em apenas um caso ele chegou a 10. Nos demais, esteve sempre abaixo desse patamar, especialmente nas redes *Aleatórias*. Mas um outro dado é ainda mais relevante: a moda. Nos três Cenários, em todos os grupos de redes, a moda encontrada foi 3. Essa informação sugere que os caminhos podem estar pequenos demais em relação ao tamanho da rede, e mais, que na impossibilidade de encontrar caminhos curtos, o *loop* acaba ocorrendo.

Essas questões serão melhor abordadas no Capítulo 6.

5.3.7 Análise do Cenário 4

Este Cenário, conforme a Tabela 5.21, utilizou os mesmos valores do Cenário 2, exceto a carga do estímulo que, neste caso, foi elevada para $Q = 0,1$. Trata-se de uma modificação cujos efeitos se relacionam ao impacto que cada estímulo pode causar ao sistema. Por exemplo, ao considerar a carga utilizada nos 3 primeiros Cenários, $Q = 0,025$, e o nível mínimo das *barreiras*, $0,25$, conclui-se que serão necessários pelo menos 11 estímulos para que qualquer *barreira* seja superada e, mais, que os incrementos oriundos de novos estímulos serão sempre pequenos, favorecendo uma seleção mais acurada das *barreiras* mais permeáveis.

Tabela 5.21: Configuração das variáveis para o Cenário 4

Cenário 4	
Vértices de saída	20%
Carga do estímulo (Q)	0,10
Taxa de decaimento das barreiras	0,005

Fonte: autor

Um estímulo na ordem de $0,1$, no entanto, implica em incrementos muito mais significativos de Q e conseqüentemente, em uma possibilidade maior de superação de *barreiras* e abertura de diferentes caminhos.

Os dados obtidos com este Cenário revelaram a manutenção da tendência observada dos Cenários anteriores, em relação à ocorrência de *loops* nas diferentes topologias. As redes *Aleatórias* mantiveram o mesmo padrão, ou seja, a incidência de *loops* continuou sendo muito elevada em comparação com as redes *Mundo Pequeno*. E em todos os casos, também, a densidade da rede continuou sendo um fator de potencialização das ocorrências de *loop*.

É relevante observar, ainda, que neste Cenário os tamanhos modais dos maiores caminhos percorridos ao longo das últimas estimulações foram, nos casos particulares das redes *Mundo Pequeno* SW25 e SW50, os maiores dentre os de todas as demais simulações: respectivamente 5 e 7.

5.3.8 Análise do Cenário 5

A carga do estímulo neste Cenário foi aumentada para $0,25$, ou seja, para o valor da *barreira mínima inicial*. Já as demais variáveis foram mantidas nos mesmos níveis dos Cenários 2 e 4, conforme a Tabela 5.22.

Uma carga desta magnitude é potencialmente capaz de causar grande atividade de Q

Tabela 5.22: *Configuração das variáveis para o Cenário 5*

Cenário 5	
Vértices de saída	20%
Carga do estímulo (Q)	0,10
Taxa de decaimento das barreiras	0,25

Fonte: autor

no sistema, ou seja, a ativação simultânea de muitos *neurônios*. Isso porque, através da *somação*, o nível de Q no *neurônio* estimulado pode chegar, já na segunda estimulação, a 0,50, que é muito alto quando se considera que o nível inicial das *barreiras* está limitado ao intervalo entre 0,25 e 0,75.

Tabela 5.23: *Percentual de ocorrência de loops/caminhos no Cenário 5*

Cenário 5	RND		SW	
	loop	caminho	loop	caminho
$A = 10.000$	20,2	79,8	0,9	99,1
$A = 25.000$	91,8	8,2	26,3	73,7
$A = 50.000$	97,9	2,1	47,2	52,8

Fonte: autor

Como resultado, nessa configuração as redes de maior densidade se tornaram especialmente susceptíveis ao *loop*. De acordo com a Tabela 5.23, as diferenças entre os conjuntos com $A = 10.000$ e $A = 50.000$ alcançaram patamares muito acima dos verificados nos demais Cenários, especialmente no caso das redes *Mundo Pequeno*, onde no grupo SW10 foram registrados 0,9% de *loops*, e no grupo SW50 47,2%.

5.3.9 Análise conjunta dos Cenários 2, 4 e 5

Chama a atenção na análise conjunta desses 3 Cenários a maior capacidade adaptativa que as redes *Mundo Pequeno* de menor densidade sugerem possuir. Os resultados obtidos em termos de ocorrências de *loops* para esse grupo particular de redes é significativamente menor que os dos demais, de acordo com os dados da Tabela 5.24.

As condições do Cenário 4, onde a carga do estímulo foi intermediária em relação aos dos outros Cenários comparados, $Q = 0,10$, minimizaram inclusive os efeitos da maior densidade das redes *Mundo Pequeno*. Ou seja, apesar do aumento na ocorrência de *loops*, a proporção, neste caso, foi menor.

Por sua vez, as redes *Aleatórias* se revelaram extremamente sensíveis ao aumento da intensidade do estímulo, pois a ocorrência de *loops* foi sempre maior à medida que as cargas de Q eram ampliadas.

Tabela 5.24: *Percentual de loops ocorridos nos Cenários 2, 4 e 5*

	Cenário 2		Cenário 4		Cenário 5	
	RND	SW	RND	SW	RND	SW
$A = 10.000$	12,8	1,3	15,3	1,1	20,2	0,9
$A = 25.000$	73,2	20,0	77,5	14,1	91,8	26,3
$A = 50.000$	84,3	35,1	95,9	16,9	97,9	47,2

Fonte: autor

Comparativamente, as duas topologias guardam certa semelhança em termos de proporcionalidade. Mas em termos absolutos, a diferença entre elas é evidente.

5.3.10 Análise conjunta dos Cenários 4, 6 e 7

Para os Cenários 6 e 7, foram mantidos os valores das variáveis do Cenário 4, exceto a taxa de decaimento das *barreiras*, que neste caso foi aumentada respectivamente para 0,01 e 0,02.

Essa mudança buscou verificar os efeitos que a redução mais acentuada das barreiras após cada passagem de Q pudesse causar. Entretanto, conforme a Tabela 5.25, não houve mudanças significativas nos resultados obtidos. A rigor, houve um equilíbrio muito grande, e tal equilíbrio pode sugerir tanto a pouca relevância da variável, quanto a escolha de valores muito próximos para a formação dos Cenários.

Tabela 5.25: *Percentual de loops ocorridos nos Cenários 4, 6 e 7*

	Cenário 4		Cenário 6		Cenário 7	
	RND	SW	RND	SW	RND	SW
$A = 10.000$	15,3	1,1	14,9	1,0	10,8	0,7
$A = 25.000$	77,5	14,1	80,5	18,5	77,5	20,4
$A = 50.000$	95,9	16,9	96,5	22,4	96,1	31,9

Fonte: autor

De qualquer modo, vale destacar novamente o desempenho das redes *Mundo Pequeno* de baixa densidade. Como ocorrido durante as simulações dos Cenários anteriores – à exceção do primeiro, onde a pouca disponibilidade de *neurônios* de saída (10%) comprometeu severamente os resultados das redes como um todo – as redes *Mundo Pequeno* obtiveram um percentual de *loops* sempre na ordem de 1%, chegando inclusive a 0% quando, no Cenário 3, havia 30% de vértices de saída.

Por sua vez, as redes *Aleatórias* também mantiveram o seu perfil e registraram elevados percentuais de ocorrência *loops*, especialmente em densidades mais elevadas.

Conclusões

Como um edifício, um modelo computacional requer a definição muito clara de seus componentes para que possa ser construído. Descrições e relatos podem ajudar – e de fato ajudam – mas são insuficientes quando o propósito vai além da esfera discursiva e avança rumo à modelização. Feito os edifícios, para os quais é necessário saber mais do que a quantidade de quartos e banheiros em cada apartamento para que possam ser erguidos, os modelos computacionais demandam alto grau de especificação para que possam ser implementados. Conhecer a ideia a ser modelada é essencial, mas é preciso mais do que isso para transformá-la em um modelo. Esse foi o primeiro grande desafio deste trabalho e um dos seus objetivos: encontrar no texto especulativo de Freud a precisão necessária à modelagem – ainda que parcial – do *APF*.

Conforme visto ao longo desta dissertação, há muitos elementos inespecíficos no *Projeto*. Por isso, muitas vezes foi preciso ler repetidas vezes os escritos de Freud em busca de pistas que minimizassem esse problema. A leitura de seus críticos – como Garcia-Roza, Gabbi Jr., e Pribram – também foi de grande valia para melhorar a compreensão daquilo que Freud estava propondo.

Mas, de toda sorte, por maior que fosse a compreensão, sempre havia uma certa ambiguidade a ser resolvida. Portanto, para organizar as regras da dinâmica de propagação do *APF* foi necessário tomar decisões, fazer escolhas em busca da transformação de uma ideia em um número; de uma descrição em um procedimento.

O alcance desse primeiro objetivo estará sempre sujeito ao olhar interpretativo de quem o avalia. No entanto, a própria implementação do modelo depõe a favor da presente tentativa.

Sobre o modelo, vale destacar que possibilita – de acordo com um dos objetivos propostos – que sejam feitas simulações envolvendo redes complexas de diferentes topologias, e que permite a criação de dinâmicas e cenários através dos quais outros aspectos do *APF* podem ser avaliados. É preciso considerar, a título de possibilidades de melhoria, que sua performance em termos de velocidade pode ser otimizada, e que uma reestruturação do seu algoritmo pode trazer benefícios a esse respeito.

Feitas essas considerações acerca dos primeiros objetivos deste trabalho, é preciso tratar agora do seu objetivo central, sobre o qual há muito o que ser dito.

Um ponto importante a ser evidenciado preliminarmente tendo em vista os resultados obtidos nas simulações diz respeito ao fato do *Aparelho Psíquico de Freud* não poder ser visto simplesmente como um sistema de transmissão de estímulos. Da mesma forma, não há como dizer que o *APF* seja um sistema que transforme estímulos, modificando-os de alguma forma para que sejam processados ou utilizados por outros sistemas. O *Aparelho Psíquico de Freud* é um sistema que, em função da passagem de estímulos, transforma-se, modificando sua própria estrutura de tal sorte que essas modificações representem justamente o efeito dessas tantas passagens.

Assim, tomando como base essa evidência, conclui-se que o *APF* requer um ambiente que privilegie o fluxo direcionado de Q no sentido *entrada* \rightarrow *saída*, mas que, ao mesmo tempo, ofereça condições para que os neurônios – afinal, suas peças constituintes – sejam modificados ao longo desse trajeto. É preciso, então, que a rede formada pelos neurônios, tenha uma estrutura capaz de conduzir os estímulos em direção à *saída* mas não sem antes garantir um meio de registrar os efeitos dessa condução.

A Figura 6.1 ilustra esse ponto. Nela está disposta uma pequena rede onde há dois caminhos possíveis para o trânsito de Q . Através de um deles, é necessário envolver todos os neurônios da rede, enquanto através do outro apenas o primeiro e o último são envolvidos. Evidentemente, neste exemplo a ideia em pauta está simplificada, mas esta simplificação revela com clareza o problema do encurtamento dos caminhos, tornando evidente o fato de que ao se conceber a possibilidade de haver conexões diretas ou muito próximas entre os neurônios de entrada e de saída, se concebe também a possibilidade do *APF* ter, em função de sua própria estrutura, consideráveis limitações no que diz respeito à capacidade de se transformar, e assim reter algum registro, a partir da passagem de Q .

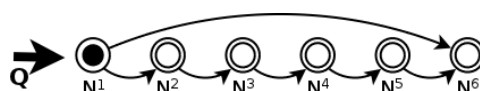


Figura 6.1: Alternativas para trânsito de Q . Fonte: autor

As redes utilizadas nas simulações eram de duas topologias: *aleatória* e *mundo pequeno*. Em ambas, originalmente, não havia direcionamento, ou seja, as conexões eram do tipo $A \leftrightarrow B$. A título de adequação ao *APF*, todas elas foram direcionadas, sendo esta a única modificação feita em suas estruturas topológicas. Portanto, os conceitos de *entrada* e *saída* não existiam. Não houve uma adequação quanto a isto, uma vez que como *entrada* fora tomado à cada simulação um neurônio aleatório, e como *saída* um certo percentual de neurônios definidos aleatoriamente também.

Este foi o ambiente das simulações em termos de rede. E foi a partir dos resultados obtidos que ficou clara a necessidade de se ter uma topologia mais apropriada ao trânsito de Q ao invés de simplesmente à sua eliminação sumária.

Sempre que, topologicamente, existir um *caminho* muito curto entre os neurônios de *entrada* e os de *saída*, as possibilidades de transformação do *APF* pela passagem de Q serão minimizadas. Nesses casos, pode ocorrer uma espécie de falso positivo, ou seja, este *caminho* curto, algumas vezes direto, entre *entrada* e *saída*, pode se estabilizar em detrimento de outros maiores e essa estabilização poderia sugerir sucesso no processo de formação de um *caminho* estável para o fluxo de Q . Entretanto, dada a pequenez deste *caminho*, o propósito do *APF* estaria comprometido, pois sua transformação seria reduzida a um pequeno traço que dificilmente poderia ser interpretado como *memória*.

Surge, portanto, um campo para ser melhor explorado em trabalhos futuros. Trata-se da noção da otimização da *grandeza do caminho* no *APF* e será melhor abordada na Seção 6.2.

Considerado esse ponto, é preciso seguir com as conclusões a respeito da caracterização dos caminhos no *APF*.

Um aspecto importante a ser abordado é o *loop*. Sua ocorrência mostrou ser o maior impedimento à estabilização dos caminhos. Naturalmente, é preciso levar em conta que a dinâmica utilizada neste trabalho requer a interrupção da simulação sempre que um *loop* é detectado. Mas isso não minimiza o fato desse tipo de ocorrência ser um problema para a geração de caminhos estáveis.

Vale ressaltar que o *loop* é uma ocorrência originada na estrutura topológica das redes e que, por isso, para ser minimizado ou até mesmo evitado, requer intervenções *ad hoc* no processo de criação das mesmas.

Mas há um outro aspecto que favorece o surgimento de *loops*. Trata-se do cancelamento temporário das *barreiras* no momento da ativação do *neurônio*. Ou seja, sempre que um *neurônio* está ativo, suas *barreiras* são canceladas e isso acaba permitindo o trânsito indiscriminado de cargas muito pequenas de Q . Essas cargas, mesmo ínfimas, continuam a ser divididas e transmitidas para outros *neurônios* ativos gerando um fluxo infinito de Q entre eles, e criando uma espécie de bolha de ativação, capaz de absorver toda a Q de seus vizinhos transmissores, não importa quão baixa seja.

Uma saída para esse problema pode vir da manutenção de uma pequena resistência nas *barreiras* dos *neurônios* ativos, ao invés do seu total cancelamento. De qualquer maneira, outras simulações podem agregar novos elementos a essa questão e contribuir para a redução do elevado número de ocorrências de *loop* verificado.

Até aqui foram destacadas duas características importantes dos caminhos gerados pelo *APF*. A primeira diz respeito à possibilidade desses caminhos terem uma dimensão ir-

risória, insuficiente para os propósitos do *APF*. Já a segunda trata da interrupção do processo de formação dos caminhos em virtude do *loop*. Em ambos os casos não foi feita nenhuma associação com as topologias utilizadas nas simulações. Esse, portanto, é o próximo aspecto a ser avaliado.

De acordo com as simulações, em relação ao tamanho modal dos caminhos, as duas topologias são equiparáveis. Ambas apresentaram um tamanho modal igual a 3 em praticamente todos os Cenários. As únicas exceções aconteceram no Cenário 4, onde as redes *Mundo Pequeno* de maior densidade registraram modas de 5 (SW25) e 7 (SW50). Esses números dão uma ideia mais clara em relação ao problema do encurtamento dos caminhos.

Já a respeito da média dos tamanhos dos caminhos, foi observado que as redes *Aleatórias* apresentam valores quase sempre mais baixos do que os apresentados pelas redes *Mundo Pequeno*. Mas esse é um fato que precisa ser analisado em conjunto com um outro para que seja corretamente compreendido. A saber, as redes *Aleatórias* se mostraram muito mais susceptíveis ao *loop*. Isso significa que caminhos curtos podem ser a única forma dessas redes o evitarem.

Mas o aspecto mais relevante relacionado à caracterização dos caminhos do *APF* requer uma análise mais ampla dos resultados. Para isso, foram utilizados os gráficos gerados ao longo das simulações e que foram exemplificados na Figura 6.2.

Conforme é possível observar, existe um comportamento comum às duas topologias. Esse comportamento envolve a sucessão de períodos de estabilidade e de instabilidade. Os caminhos, portanto, estão sempre sujeitos a novos rearranjos. Trata-se de uma característica da dinâmica do *APF*. A concepção de um caminho perfeitamente estável que emergiria de uma espécie de fase preparatória, caótica, durante a qual apenas o *loop* poderia se opor à gradual e inexorável estabilização, parece ser equivocada. Em seu lugar surge o conceito de um caminho dinâmico, capaz de promover mudanças em seu curso, não necessitando para isso de interferências externas além da manutenção da mesma rotina de estimulações.

Mas foram observados também caminhos perfeitamente estáveis em ambas as topologias. Muitos desses caminhos estabilizaram logo nas primeiras estimulações o que evidencia o problema do encurtamento. Outros, no entanto, necessitaram de períodos breves de instabilidade antes de estabilizarem definitivamente. Tais ocorrências, dada a sua frequência, também são características e desempenham um papel importante na dinâmica do *APF*. Não seria arriscado afirmar, inclusive, que essa é a tendência natural de todos os caminhos, e que se as simulações fossem feitas com quantidades maiores de estímulos, todos acabariam – exceto os que entrassem em *loop* – estabilizados. Um reexame da simulação estendida (50.000 estímulos) feita com o *neurônio N¹⁵⁸* corrobora essa conclusão.

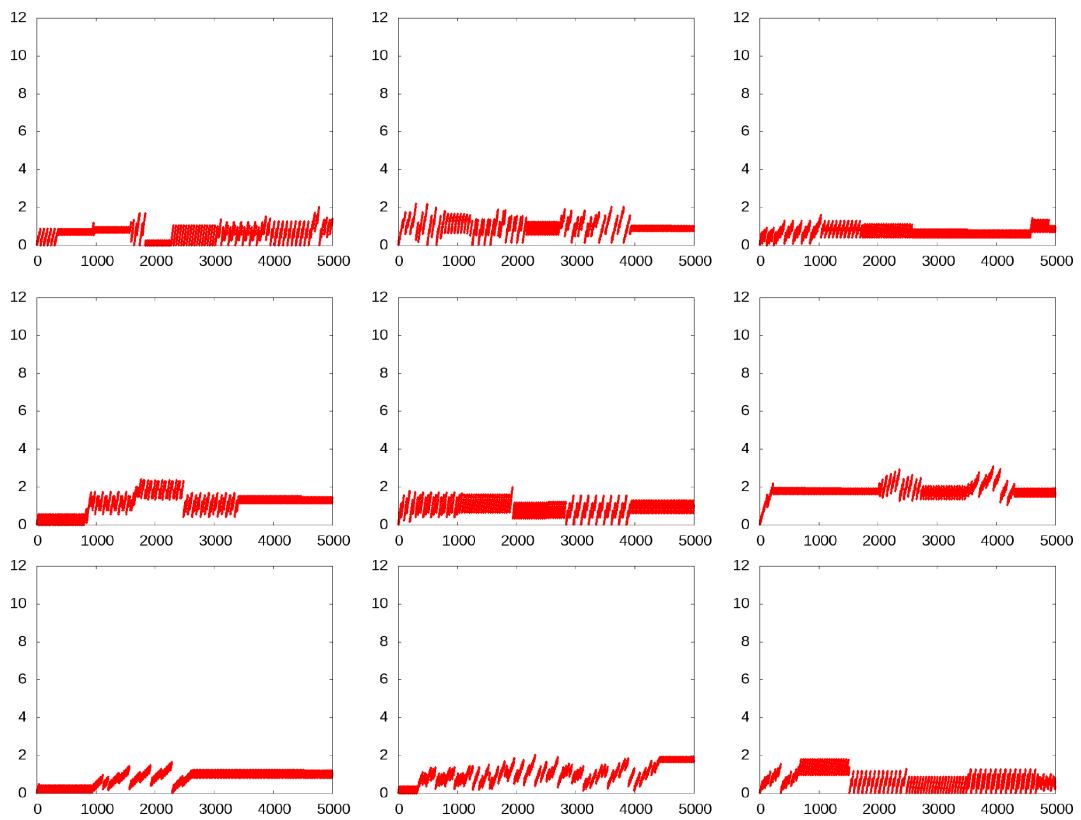
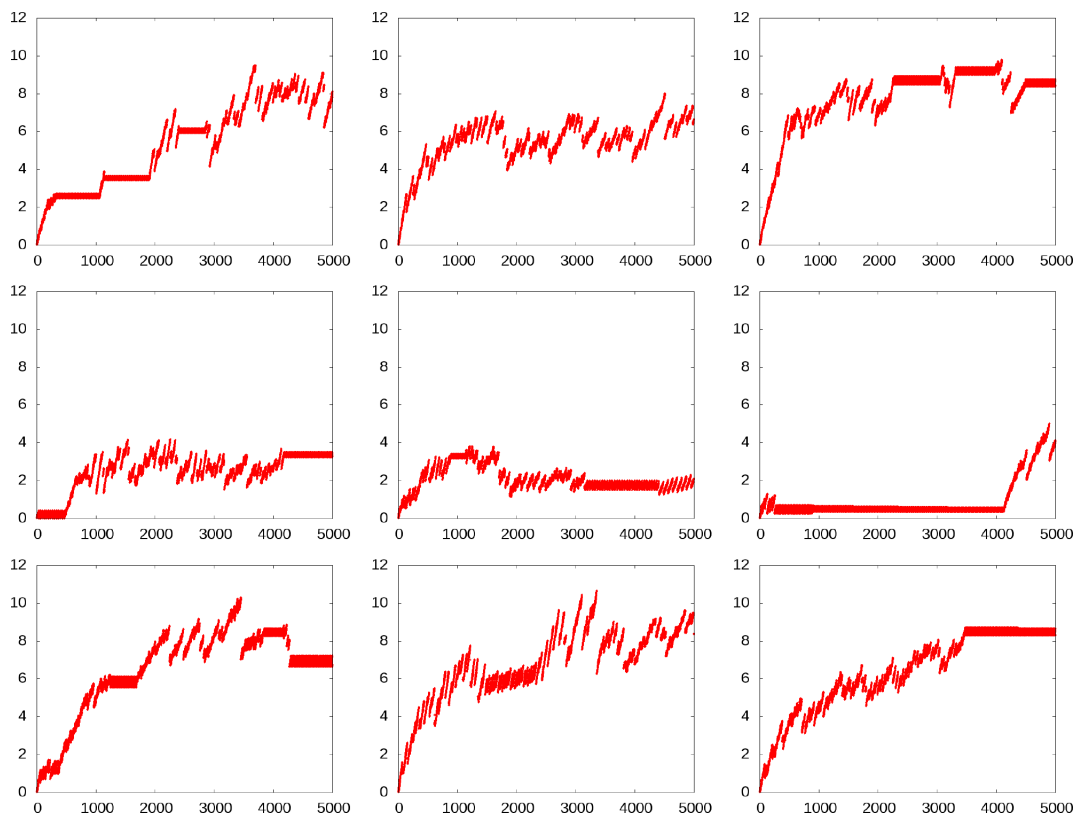


Figura 6.2: Coletânea de gráficos característicos de Q residual para redes Aleatórias e Mundo Pequeno. Fonte: autor

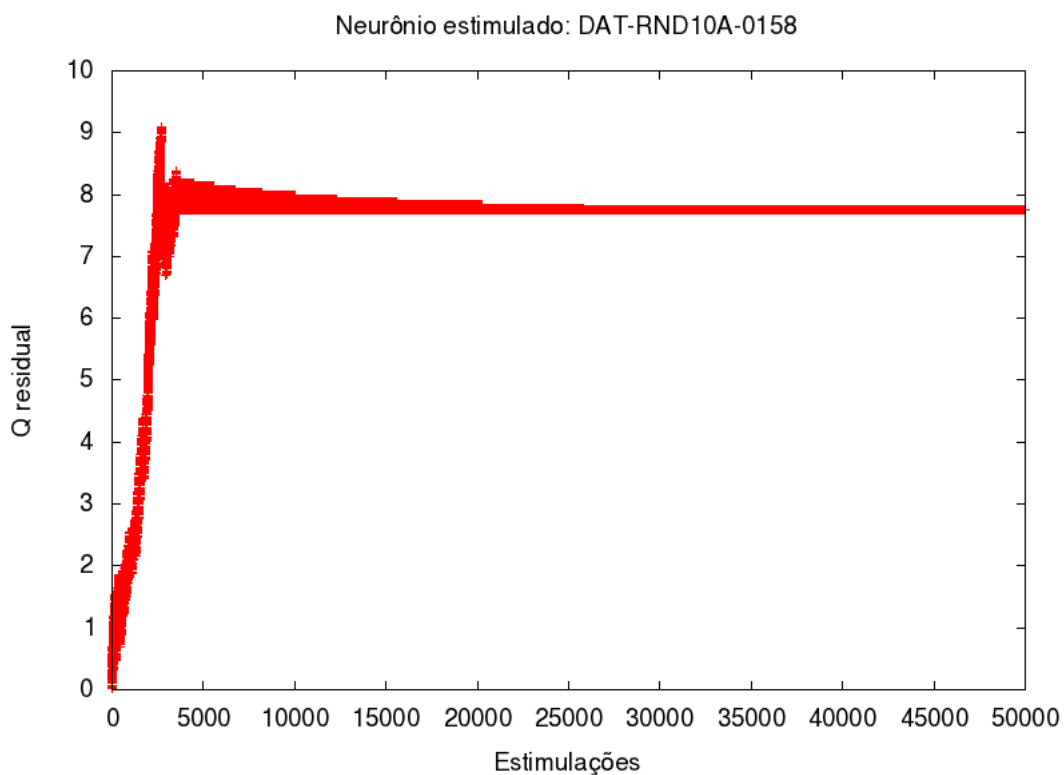


Figura 6.3: Reexame da simulação estendida ($E_{50.000}$) de N^{158} . Fonte: autor

Conforme a Figura 6.3, após um período de instabilidade que perdurou por praticamente todo o intervalo convencional de estimulações para aquele cenário ($E_{5.000}$), um caminho se tornou definitivamente estável. E com a continuidade das estimulações, os *neurônios* que o compunham perderam sua impermeabilidade e se converteram em *neurônios* ϕ .

Não se trata de uma característica indesejável ou contrária à natureza do *APF*. Trata-se, sim, da confirmação da morfogênese que pode estar na raiz de todo o sistema ϕ .

Mais uma vez é preciso destacar que essa característica foi observada nas duas topologias verificadas. Contudo, ainda que existam semelhanças significativas entre o comportamento dos caminhos nas duas topologias, são perceptíveis também grandes diferenças. A maior delas diz respeito à intensidade dos períodos instáveis. Nas redes *Aleatórias* esses períodos são marcados por um fluxo muito irregular (intenso) de descarga de *Q residual*, deixando os gráficos com traços bastante disformes. Por sua vez, nas redes *Mundo Pequeno* esses traços são mais regulares (calmos), e embora possuam um padrão diferente do registrado durante os períodos de estabilidade, mantém com ele relativa similaridade.

Outra diferença relevante diz respeito à frequência e à duração dos períodos. Conforme é possível observar, as redes *Mundo Pequeno* apresentam períodos mais longos de estabilidade e são intercalados por períodos instáveis quase sempre curtos, como se fossem

apenas transitórios. Por sua vez, nas redes *Aleatórias* essa relação se inverte.

Diante dos resultados verificados, é possível concluir que a topologia *Mundo Pequeno* é mais adequada ao *APF*. Seu comportamento possui um grau de estabilidade maior, o que é bom para o propósito de formação de memória mnêmica do *APF*. Entretanto, o problema do encurtamento dos caminhos precisa ser melhor equacionado assim como os *loops*.

6.1 Contribuições

Os trabalhos de Freud em relação à memória, suas ideias e estudos a esse respeito, são reiteradamente tomados como referência por outros tantos trabalhos. Como exemplo, Eric Kandel, vencedor do Nobel de medicina em 2000 justamente pela sua contribuição para o estudo do armazenamento da memória no cérebro, publicou um livro intitulado *Search of Memory: The Emergence of a New Science of Mind* (2006), onde relata, dentre outras coisas, “como sua busca pessoal pelo entendimento da memória se conectou a um dos maiores esforços científicos – a tentativa de entender a mente em termos celulares e da biologia molecular” (KANDEL, 2006, pág. XV). Nessa obra, Freud é citado em diversas passagens não apenas como um referencial teórico, mas também como fonte de inspiração.

Trabalhos como o de Ribeiro (2003) – Sonho, memória e o reencontro de Freud com o cérebro –, ou ainda o de Caldeira (2005) – Caracterização da rede e signos linguísticos: um modelo baseado no Aparelho Psíquico de Freud (2005) – ilustram a diversidade de temas com os quais os estudos de Freud se vinculam. E há ainda trabalhos como o de Pessoa-Jr. (1998) – Modelagem Computacional do Projeto de Freud (1998) – cujo propósito se assemelha em certo grau ao deste.

Não há, portanto, como afirmar que um novo campo de estudo está sendo aberto a partir desta dissertação. Entretanto, o aspecto mensurável dos resultados obtidos aqui oferece uma perspectiva diferente para o estudo do *APF*. Às diversas explicações teóricas acerca do seu funcionamento, se acrescentam agora resultados numéricos sobre os quais há muito o que ser discutido. Assim, se originalmente sua concepção foi hipotética, com o modelo computacional desenvolvido para este trabalho torna-se possível conferir ao *APF* um caráter mais empírico, ainda que sob a ressalva de que essas ou quaisquer outras simulações que venham a ser feitas tendo como base o *APF* serão sempre uma analogia cuja semelhança com as ideias de Freud dependerá necessariamente da interpretação de quem as realiza.

Desta forma, assim como os resultados, a própria abordagem se constitui como contribuição ao estudo do *APF*. O método empregado para as simulações, as soluções adotadas

para a implementação do modelo, os limites das variáveis, as próprias variáveis, as topologias utilizadas, as analogias, cada decisão enfim, relacionada à materialização do *APF*, mesmo que através de um modelo computacional, é passível de questionamentos e, portanto, de desdobramentos.

Portanto, a maior contribuição deste trabalho não é exatamente encerrar as discussões acerca do *APF* apresentando resultados irrefutáveis sobre o seu funcionamento. Ao contrário, sua maior contribuição é exatamente seguir ampliando esse universo discursivo, introduzindo outras dimensões para pesquisa e debate.

6.2 Trabalhos futuros

6.2.1 Grandeza do caminho

Conforme as simulações apontaram, em virtude de aspectos topológicos existe a possibilidade da formação de caminhos muito curtos entre a *entrada* e a *saída* do sistema. Entretanto, não foi encontrada nenhuma referência a respeito do dimensionamento da grandeza ideal para os *caminhos* no *APF*. Trata-se, inclusive, de uma suposição afirmar que um caminho que envolva somente dois ou três neurônios seja curto, e mesmo que haja alguma razoabilidade nesta afirmação, não há qualquer base teórica que a fundamente.

Assim, a exploração dessa grandeza é um desafio para novos trabalhos. E não apenas no sentido de dimensioná-la simplesmente, ou seja, de encontrar um número absoluto ou relativo que represente um tamanho ótimo para os *caminhos* no *APF*, mas também no sentido de encontrar soluções topológicas que forneçam condições para que os *caminhos* formados tenham – com maior ou menor variação – a dimensão desejada.

A Figura 6.4, por exemplo, é um esboço que sugere uma topologia construída a partir da interseção sucessiva de redes, onde os *neurônios* de entrada estivessem necessariamente em uma fase da rede, e os de saída em outra distante.

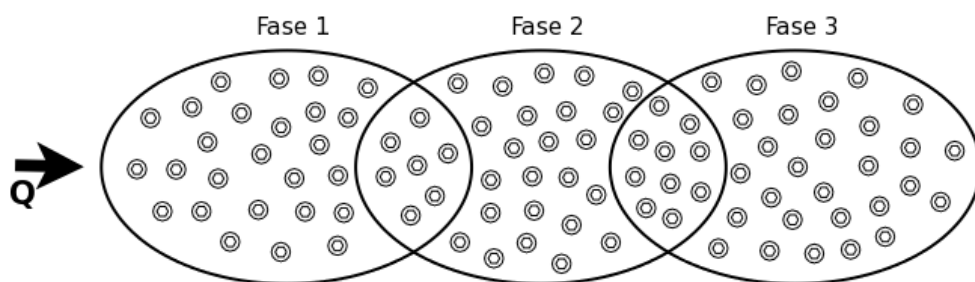


Figura 6.4: Ideia preliminar sobre topologias mais adequadas ao *APF*. Fonte: autor

A ideia é ter uma rede construída a partir do aninhamento de sucessivas subredes – não importando aqui, ainda, a topologia de cada uma delas – de forma a garantir que, por exemplo, os vértices da primeira subrede não possam se conectar aos da terceira ou quarta, mas apenas aos da segunda, que seria sua sucessora. Da mesma forma, as demais subredes seriam construídas e unidas a partir do mesmo princípio, fazendo com que o todo, ou seja, a rede maior que emergiria desse agrupamento, se assemelhasse a uma corrente de tamanho definido pela quantidade de elos ligados em sucessão.

Considerando ainda a Figura 6.4, seria como criar as ligações a partir dos parâmetros topológicos desejados para cada uma das fases – ou subredes – tomando-as como se fossem únicas, ou seja, como se não fizessem parte de uma rede maior. A interceção entre alguns vértices fariam com que as fases se concatenassem criando, finalmente, a rede maior, de topologia e índices diferentes dos verificados em cada uma de suas fases. Naturalmente, trata-se de um esboço cujo propósito é apenas exemplificar as possibilidades de exploração do problema.

6.2.2 *Novos padrões de estimulação*

O padrão utilizado neste trabalho para estimular o modelo buscou a metodologia mais simples possível. O objetivo foi criar um referencial canônico que pudesse ser tomado como ponto de partida para simulações mais elaboradas que utilizem este, ou até mesmo outros modelos. Assim, essas simulações mais complexas que vierem a ser feitas envolvendo aspectos como simultaneidade de estímulos ou frequência de estimulações, poderão avaliar melhor os efeitos produzidos pelo aumento da complexidade no processo de formação dos caminhos.

6.2.3 *Utilização computacional*

O modelo de memória contido no *APF* contrasta bastante com os atuais padrões da computação. Não há ponteiros, não há registros, e as informações, quaisquer que sejam elas, são representadas apenas por caminhos que se associam mutuamente, em uma cadeia complexa, dinâmica, e até mesmo caótica. É difícil conceber que tal modelo de memória possa ser utilizado em aplicações que exijam resultados precisos e determinísticos. Entretanto, em aplicações que lidem com demandas mais analíticas, ou que requeiram comportamentos autônomos, como no caso, por exemplo, de experiências com criaturas artificiais (*boots*), o modelo de memória sugerido pelo *APF* pode ser uma alternativa viável. Trata-se, portanto, de um paradigma a ser explorado e cujos resultados podem contribuir para o aperfeiçoamento de aplicações dessa natureza.

6.3 *Considerações finais*

Este trabalho buscou contribuir com as discussões acerca do *Aparelho Psíquico de Freud*. Sem a intenção de ter o caráter definitivo, os comentários e as conclusões aqui apresentados refletem uma interpretação apenas. E mesmo assim, somente de um recorte do *APF*. Portanto, esta dissertação se une a outros tantos trabalhos que, como este, buscam uma melhor compreensão do *Aparelho Psíquico de Freud*.

Sobre o contraditório no *APF*

Ao longo deste trabalho, por diversas vezes, o problema do contraditório no texto do *Projeto* foi abordado e posto como obstáculo à modelagem fiel do Aparelho Psíquico de Freud (*APF*). O objetivo deste apêndice é expor com mais clareza uma dessas contradições encontradas, bem como considerar os motivos pelos quais certas decisões foram tomadas.

Em primeiro lugar, porém, é preciso destacar que a leitura do *APF* com vistas à sua modelização terá sempre um caráter interpretativo que se refletirá no modelo, tornando-o também objeto de constantes releituras. Ou seja, este trabalho como um todo possui intrinsecamente o caractere do debate, do inesgotável.

Diante disso, um segundo aspecto que merece ser destacado previamente diz respeito à opção por soluções de menor complexidade para os pontos onde – quer por contradições ou por insuficiência de elementos – o texto do *Projeto* não pôde ser convertido facilmente em rotinas ou variáveis do modelo. Portanto, muito embora fosse pertinente e tentador buscar soluções mais elaboradas para determinados aspectos do *APF*, sua modelagem buscou estabelecer a simplicidade como ponto central, o que significou desde a utilização de uma quantidade reduzida de variáveis até o estabelecimento de soluções menos elaboradas em termos de dinâmica.

Vale destacar, no entanto, que durante a avaliação deste trabalho, alternativas ainda mais simples do que aquelas adotadas originalmente foram sugeridas. Como exemplo, o decaimento exponencial das barreiras de contato.

A.1 Transferência de Q

Parte essencial do processo de modelagem da dinâmica de transferência de Q entre os *neurônios* envolveu duas afirmações bastante divergentes entre si. Na primeira delas *Freud* diz que “durante o curso de Q , a resistência é cancelada e depois restaurada” ([FREUD, 1995](#), pág 31). Ou seja, o trânsito de Q implica no cancelamento das *barreiras*. Por cancelamento, pode-se entender desaparecimento, perda de efeito, suspensão da resistência, ainda que *Freud* cogite também a hipótese de existir um certo limiar mínimo. Assim, ao serem superadas, as *barreiras* cedem, se anulam, tornando possível a transferência de Q com equidade através das vias momentaneamente liberadas ao fluxo.

Entretanto, em outra afirmação *Freud* diz que

a corrente de Q distribuir-se-á pelas diversas barreiras de contato em relação inversa à resistência e, então, onde uma barreira de contato encontrar uma fração que esteja abaixo de sua resistência, praticamente nada passará por ali. (FREUD, 1995, pág. 37)

Neste caso, há o claro estabelecimento de uma relação inversa entre a corrente de Q e o nível de resistência da *barreira*. Aqui, portanto, não parece mais haver cancelamento das *barreiras*, e Q , ao invés de fluir livremente, precisa vencer as resistências que continuamente lhe são impostas. Desta forma, como efeito da manutenção dos níveis das *barreiras*, a equidade na distribuição de Q dá lugar à proporcionalidade: *barreiras* menos resistentes permitem a passagem de maiores cargas de Q , enquanto *barreiras* mais resistentes permitem a passagem de menores cargas de Q .

Essa contradição no texto do *Projeto* não representa exatamente um problema para o entendimento do *APF* ou até mesmo uma inconsistência relevante, pois, como já foi dito, o texto é um esboço essencialmente descritivo. Entretanto, em termos de modelagem, é preciso definir uma dinâmica clara, o que, aqui, implica seguir uma dessas duas linhas opostas de raciocínio.

A opção feita pela dinâmica do cancelamento das *barreiras* levou em conta o seu aspecto mais simples e compatível com o modelo hidráulico tomado como referência para a modelagem.

Mas, mesmo considerando que a proporcionalidade, não seria difícil de ser implementada no modelo, a ideia em si do cancelamento momentâneo das *barreiras* parece estar mais de acordo com a noção de associação por simultaneidade – quando um *neurônio* estimulado se torna mais susceptível ao recebimento de Q proveniente de seus vizinhos. Ou seja, esse aumento de susceptibilidade induz à crença de que as *barreiras* são, em alguma medida, reduzidas durante o processo de transferência de Q . E não apenas aquelas através das quais Q está fluindo, mas todas as demais *barreiras* do *neurônio*. Neste caso, o cancelamento das resistências é uma das medidas possíveis, e que torna a associação por simultaneidade muito mais fácil de ocorrer.

Ao mesmo tempo, considerando a inexistência do cancelamento das *barreiras*, seria necessário prever e implementar justamente a intensidade com que elas seriam reduzidas para viabilizar as associações, ou seja, o modelo sofreria um aumento em termos de complexidade e não extinguiria o seu grau de imprecisão, uma vez que tais detalhes não foram tratados no *Projeto*.

Assim, a opção geral feita por soluções de menor complexidade, bem como a escolha de um modelo referencial – hidráulico –, tornaram possível a simplificação da dinâmica do *APF* e a concentração dos esforços em prol de sua modelização.

Naturalmente, uma vez modelado, não apenas é possível mas também desejável que outros esforços de interpretação sejam aplicados e que diferentes simulações sejam feitas a partir de novos parâmetros, tanto em termos de dinâmica como em termos de variáveis.

Referências Bibliográficas

- ANGELIS, A. F. d. Tutorial - redes complexas. *Projeto de Kyatera*, 2005.
- BARABÁSI, A.-L. Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of Modern Physics*, v. 74, 2002.
- BARABÁSI, A.-L. *LINKED: The New Science of Network*. Cambridge: Perseus, 2003.
- BASSETT, D. S.; BULLMORE, E. Small-world brain networks. *The Neuroscientist*, v. 12, n. 6, 2006.
- BATAGELJ, V.; MRVAR, A. *Pajek Reference Manual*. Ljubljana: <http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek>, 2011.
- BOAVENTURA-NETTO, P. O. *Grafos: Teoria, modelos, algoritmos*. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.
- BROWNE, J. *A origem das espécies de Darwin: uma biografia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2007.
- CALDEIRA, S. M. G. *Caracterização da Rede de Signos Linguísticos: Um modelo baseado no aparelho psíquico de Freud*. Dissertação (Mestrado em Modelagem Computacional): Fundação Visconde de Cairu, Salvador, 2005.
- FREUD, S. *Notas críticas sobre Entwurf Einer Psychologie*. In S. Freud, *Projeto de uma psicologia*. Rio de Janeiro: Imago, 1995.
- FREUD, S. *Edição Standard Brasileira das Obras Psicológicas Completas de Sigmundo Freud*. Rio de Janeiro: Imago, 1996.
- FULGENCIO, L. O Projeto como uma metáfora biológica dos processos psíquicos. *Psicol. USP*, v. 15, n. 3, p. 117–135, 2004.
- FULGENCIO, L. *O método especulativo em Freud*. São Paulo: EDUC, 2008.
- GABBI-JR, O. F. *Notas críticas sobre Entwurf Einer Psychologie*. In S. Freud, *Projeto de uma psicologia*. Rio de Janeiro: Imago, 1995.
- GARCIA-ROZA, L. A. *Introdução à metapsicologia freudiana – A interpretação do sonho (1900)*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.
- GARCIA-ROZA, L. A. *Introdução à metapsicologia freudiana – Sobre as afasias / O projeto de 1895*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.
- GARCIA-ROZA, L. A. *Freud e o inconsciente*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2009.

- GIACOIA, O. *Além do princípio do prazer: um dualismo incontornável*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2008.
- KANDEL, E. *In search of memory: The emergence of a new science of mind*. New York: W. W. Norton and Company, 2006.
- LENT, R. *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência*. São Paulo: Atheneu, 2004.
- NEWMAN, M. E. J. The structure and function of complex networks. *Siam Review*, v. 45, n. 2, p. 167–256, 2003.
- PESSOA-JR., O. Modelagem computacional do projeto de freud. In: CLE-UNICAMP. *Resumos - III Encontro Brasileiro Internacional de Ciência Cognitiva*. Campinas, 1998. p. 52–54. [Http://www.fflch.usp.br/df/opessoa/Freud-5.pdf](http://www.fflch.usp.br/df/opessoa/Freud-5.pdf).
- PETERFREUND, E.; SCHWARTZ, J. *Information, Systems and Psychoanalysis*. Michigan: International Universities Press, 1971.
- POTTERAT, J. J. et al. Risk network structure in the early epidemic phase of hiv transmission in colorado springs. *The Neuroscientist*, n. 78, 2002.
- PRIBRAM, K.; GILL, M. *O projeto de Freud: um exame crítico*. São Paulo: Cultrix, 1976.
- RIBEIRO, S. Sonho, memória e o reencontro de freud com o cérebro. *Rev. Bras. Psiquiatria*, v. 25, n. Supl.II, p. 59–63, Dez 2003. [Http://www.scielo.br/pdf/rbp/v25s2/a13v25s2.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbp/v25s2/a13v25s2.pdf).
- ROBERTS, J. M. *O livro de ouro da história do mundo*. Rio de Janeiro: Ediouro, 2000.
- SAUTOY, M. d. *A música dos números primos*. São Paulo: Jorge Zahar, 2007.
- SIMANKE, R. T.; CAROPRESO, F. S. O conceito de consciência no Projeto de uma psicologia de Freud e suas implicações metapsicológicas. *Trans/Form/Ação*, v. 28, n. 1, p. 85–108, 2005.
- WATTS, D.; STROGATZ, S. Collective dynamics of small-world networks. *Nature*, v. 393, n. 4, 1998.

Aparelho Psíquico de Freud: uma busca pela caracterização de seus caminhos

Jayme de Oliveira Filho

Salvador, Junho de 2012.