

**A Dinâmica dos Vórtices:**  
**Abordagem Sistêmica para Análise dos Impactos Ambientais em Organizações**

RESUMO

A análise do ambiente das organizações sempre colocou desafios aos estrategistas, analistas e estudiosos das organizações. Em decorrência, priorizou-se o desenvolvimento de ferramentas que permitissem incrementar o grau de profundidade analítica, visando maior consistência do processo estratégico. Neste artigo, apresenta-se uma abordagem inovadora que visa aperfeiçoar a tarefa de análise ambiental e competitiva, bem como aprimorar a tecnologia em administração estratégica, qual seja, a *teoria dos vórtices*. Apresentada sob a ótica do raciocínio sistêmico, inspirada nos fluxos vorticianos observados na natureza e elaborada à luz dos conceitos desenvolvidos no campo das ciências físicas e exatas, a Dinâmica dos Vórtices tem potencial para tornar-se um poderoso e adequado conjunto de princípios para a análise de fenômenos organizacionais por vezes inexplicáveis ou “anti-intuitivos” que tanto têm dificultado os analistas de estratégia em organizações. Destinada a aprofundar os diagnósticos e prognósticos elaborados a partir dos métodos tradicionais de análise estratégica, a Dinâmica dos Vórtices será lançada com seus fundamentos juntamente com as perspectivas de aplicabilidade e abertura de algumas futuras linhas de pesquisa, que se seguirão a um trabalho até certo ponto pioneiro na sua aplicação aos problemas de estratégia organizacional.

**A Dinâmica dos Vórtices:**  
**Abordagem Sistêmica para Análise dos Impactos Ambientais em Organizações**

I. INTRODUÇÃO

As trajetórias das organizações bem como de sistemas econômicos é afetada, continuamente, por fenômenos interconectados e passíveis de terem seu comportamento modificado ou pelo menos seriamente influenciado pelos efeitos diretos e indiretos dos ambientes turbulentos. Este trabalho apresenta um enfoque sistêmico inovador, apropriado para a análise destes impactos sobre o comportamento estratégico das organizações - as quais podem ser vistas como sub-sistemas – impactos estes decorrentes dos assim chamados *efeitos vorticianos* de determinadas variáveis internas ou externas. Baseado nos fluxos vorticianos observados na natureza, e elaborado sobre os conceitos desenvolvidos no campo das ciências físicas, a *teoria dos vórtices* pode tornar-se uma ferramenta adequada e poderosa para ajudar a explicar um considerável número de fenômenos inexplicáveis e “anti-intuitivos” que têm afligido os analistas estratégicos nos seus esforços para extrair conclusões úteis e desenhar cenários adequados a partir da sua difícil tarefa de formular “diagnósticos e prognósticos estratégicos” até agora fundamentados na “análise externa” e seus efeitos sobre os sistemas empresariais e organizacionais.

Desde tempos imemoriais a humanidade se confronta com os fenômenos dos vórtices. Mais especificamente na Grécia antiga é que se tem referência direta a eles, relativamente aos assim chamados “Sons Eólicos” – sons de harpa provocados pelas brisas noturnas soprando por entre as cordas deste instrumento musical, conforme relata BLEVINS (1990). Já na Renascença, Leonardo da Vinci estudou e desenhou o fenômeno dos vórtices ao analisar o efeito das águas fluindo ao encontro dos pilares de uma ponte, e provocando uma série de diferentes vórtices, de acordo com LUGT (1983). No campo da formulação matemática, HELMHOLZ (1858) e THOMPSON (1869) foram predecessores no estudo dos vórtices, seguidos de STROUDHAL (1878) que

conduziu investigações empíricas adicionais em Leipzig, Alemanha, além das contribuições muito importantes de Lord RALEIGH a partir de 1879. Como se vê, o fenômeno dos vórtices é conhecido há muito, mas sua aplicação abstrata ao campo da administração e da estratégia ainda é incipiente.

Experiências e investigações adicionais sobre vórtices têm sido conduzidos pela NASA – A Agência Aeroespacial americana, principalmente os relacionados aos assim chamados *vórtices de Karmann*, os quais são significativamente mais complexos, pois suas características principais se referem à alternância da direção destes vórtices, sendo que alguns obedecem ao sentido horário, outros, ao sentido anti-horário.

Os fenômenos naturais há muito têm sido fonte de metáforas, inspirações e de comparações para o mundo organizacional, permitindo que importantes paralelos, conclusões e avanços científicos pudessem ser extraídos destas análises. É neste cenário de “transferência do aprendizado” que a *Teoria dos Vórtices* pode ser aplicada aos ambientes de empresas e organizações, e poderá ser utilizada para aprofundar e permitir uma análise mais abrangente dos seus fatores constitutivos, mais especificamente sob o conceito de *alinhamento estratégico*, constituindo-se em um avanço significativo nas áreas de *raciocínio sistêmico, análise estratégica, formulação estratégica e administração estratégica*.

Muito embora haja constante aprimoramento nos instrumentos disponíveis para a análise ambiental – que se constitui na essência da administração estratégica e do raciocínio sistêmico – esta análise externa ainda é uma das áreas de maior dificuldade para a formulação de cenários, projeções e previsões, tendo em vista a imprevisibilidade dos eventos ambientais e de seus impactos sobre os processos de tomada de decisões. Neste contexto, qualquer abordagem que seja capaz de direcionar mais luz sobre as variáveis ambientais e seus efeitos deveria ser agarrada e considerada como “uma nova possibilidade” de esclarecer as formas pelas quais os tomadores de decisão públicos e privados poderão entender melhor o seu mundo externo, à medida em que este se torna incrementalmente global.

Em determinadas situações, a análise tradicional tende a considerar o mundo com base no entendimento corrente das constelações de fatores ambientais próximos e imediatos nos quais os sistemas organizacionais e econômicos estão inseridos, ou confiando em projeções feitas com dados históricos, ou ainda conduzidos com técnicas modernas de simulação, mas esta forma de trabalhar com diferentes cenários econômicos nem sempre permite que os tomadores de decisão possam avaliar aqueles *elementos liminares, de ponta*, do mundo atual, que irão afetar dramaticamente a habilidade dos sistemas de sobreviverem no médio e longo prazos. Parece haver evidências de que estas não são abordagens corretas ou suficientes. De acordo com RITCHIE-DUNHAM e RABBINO (2001), “os tomadores de decisão inseridos no contexto dos sistemas econômicos e organizacionais precisam posicionar-se nas fronteiras do mundo de hoje. O incipiente campo dos *estudos do futuro* poderá proporcionar um suporte muito importante, pois o foco deste raciocínio é não considerar o melhor, pior ou mais provável cenário para determinados indicadores, mas sim uma investigação profunda através de um amplo conjunto de questões abertas”. Mais adiante, os citados autores afirmam que “*prospectiva ambiental* é a busca ativa de conhecimento sobre *as fronteiras, os limiares*, num esforço para estabelecer hipóteses acerca de quais tendências aparecerão e como se poderá reconhecer sua aproximação. Não apenas é perspicaz antever quais tendências irão impactar sobre o mundo de amanhã, mas também é essencial identificar os sinais ao longo da trajetória que irão indicar as tendências específicas que estarão pela frente. Ambas as informações são extremamente importantes”. A este respeito existe uma considerável diferença do planejamento de cenários tradicional, porque os pontos fortes e fracos internos das organizações serão agora testadas em confrontação com as ameaças e oportunidades externas. Adicione-se a isto a análise do contexto da estrutura das indústrias ou ramos de atividade organizacional, e o foco se moverá das questões da certeza para as questões da incerteza. Dada esta complexidade adicional, administradores públicos e privados deparar-se-ão

novamente com a terrível tarefa de integrar este entendimento num quadro de referência prático e útil para sua análise. Com relação a estas afirmações, HITT, IRELAND e HOSKISSON (2001) distinguem os seguintes componentes da análise externa: *prospectiva*, - que é a identificação de sinais fracos e premonitórios de mudanças e tendências ambientais; *monitoração* – que é a preocupação com a detecção de significados através de observações correntes sobre mudanças e tendências ambientais; *previsão* – ou o desenvolvimento de projeções dos resultados antecipados baseados nas mudanças e tendências monitoradas; e a *análise* – ou a determinação do “timing” e da importância de mudanças ambientais e tendências para as estratégias da organização.

A necessidade por ferramentas de prospectiva confiáveis está bastante clara, e será demonstrado que a abordagem da Teoria dos Vórtices aplicada à prospectiva ambiental é uma forma valiosa de refinar a informação que provém dos esforços da inteligência competitiva e ambiental. Para ser conceituada como uma “Teoria dos Vórtices” destinada a auxiliar os administradores a entender melhor o seu ambiente buscou-se, em primeiro lugar, conceituar o significado de “teoria”. A propósito, no dicionário WEBSTER’S (1968) entende-se por teoria “a formulação sistemática de princípios envolvendo a formulação de aparentes relações ou princípios subjacentes de certos fenômenos observados que tenham sido verificados até certo ponto”. Uma Teoria pode, também, ser vista como sendo uma “exposição dos princípios de uma ciência, ou um conjunto de proposições para ilustrar os fundamentos de um objeto.” OXFORD DICTIONARY (2001). No sentido exposto, é possível referir-se aos fenômenos dos vórtices como base para uma “Teoria dos Vórtices”, pois ela pode ser vista como uma apresentação sistemática dos princípios que fundamentam o comportamento destes fenômenos e as conseqüências da sua aplicação ao mundo organizacional, além de constituir-se em área de estudos bastante tradicional nas ciências físicas, como se depreende dos escritos de LAMB (1997).

## II. Conceitos Fundamentais da Dinâmica dos Vórtices

### 1. Vórtices na Natureza e Fenômenos Naturais

Vórtices originam-se quando existem fatores, obstáculos ou resistências ao longo de um fluxo, seja de fluidos, de ar, de diferentes materiais ou, no caso da *prospectiva estratégica*, informação e impactos ambientais que originam uma perturbação, a qual por seu turno causa pressões subseqüentes, e dispara energias positivas e negativas, e podem mesmo causar uma série encadeada de vórtices, também conhecidas como sendo *as estradas de vórtices de Karmann*, que estão ilustradas no final do artigo. Theodore von Karmann foi um dos pioneiros a aplicar a teoria dos vórtices à dinâmica aeronáutica, conforme explicado por GORN (1992). Tecnicamente, uma “estrada” de vórtices von Karmann se desenvolve quando uma partícula fluida impacta sobre a parte mais proeminente de um cilindro, sendo que a pressão sobre a partícula se originando da pressão livre do fluxo para a pressão de estagnação. A alta pressão do fluido próxima ao cilindro impele o fluxo para detrás do cilindro ao mesmo tempo em que se desenvolvem limites em ambos os lados. A elevada pressão não é suficiente para forçar o fluxo na parte posterior do cilindro a uma razão suficientemente elevada de forças inerciais e forças viscosas no fluido – os assim chamados números de Reynolds – os quais indicam a probabilidade de fluxos turbulentos em um fluido. Uma vez que a parte interna se move muito mais vagarosamente do que a porção externa que está em contato com o fluxo livre, formam-se superposições que se dobram umas sobre as outras e se transformam em discretos vórtices espiralados, formando uma trilha de vórtices chamada “estrada de vórtices”. Adicionalmente, qualquer distúrbio no fluxo irá propagar-se seqüencialmente sob a forma de uma dupla esteira de vórtices que alternam a direção das suas rotações.

A descrição acima poderia muito bem ser aplicada, como metáfora, às perturbações causadas por variáveis econômicas, políticas governamentais, variáveis tecnológicas ou sociais, fatos de

guerra, informação direcionada, decisões monetárias mundiais ou movimentos competitivos em relação a uma organização, seja ela uma empresa, uma unidade de negócios ou qualquer outro sistema. A diferença é que na física já existem múltiplos estudos para resolver ou explicar os fenômenos dos vórtices, mas na área de negócios e administração ainda se está no início deste tipo de pesquisa. Com efeito, tem-se a análise SWOT, e a análise de sensibilidade conforme explanado por ALDAG & STEARNS (1991) que são então integradas e aplicadas na análise de cenários ou em modelos de simulação de negócios, mas não há explicações para os “efeitos sequenciais” destes eventos externos que irão ter efeitos no desempenho de organizações e sistemas econômicos. Quais seriam, pois, as “forças inerciais” que afetam os sistemas organizacionais, e quais são as “forças viscosas” ocasionando efeitos incompreensíveis em seu desempenho?

E mais: existem informações suficientes e existem condições de se distinguir entre os efeitos da “porção interna” das variáveis e a “porção externa” das mesmas? E como seria possível distinguir entre os efeitos das variáveis atuais em relação aos efeitos colaterais que aparecem como resultante de fatores passados numa esteira de efeitos vorticosos? Os efeitos vorticosos representam um desafio real para o analista e o planejador, e têm o mérito de indicar novas possibilidades analíticas, com ferramentas e abordagens inovadoras para incrementar a avaliação ambiental. Não é intenção que venham a substituir metodologias já estabelecidas, mas apresentar um enfoque substancialmente diferenciado para o estrategista.

Quando relacionados com a natureza, as ferramentas de análise de efeitos vorticosos permitem uma visão ampliada, uma abordagem em “larga escala” aos fenômenos, de sorte a exigir uma visão sistêmica; de forma similar, estas ferramentas de análise podem ser aplicadas ao contexto do planejamento organizacional e da administração estratégica.

Analisando-se a natureza, tem-se a noção de que as correntes oceânicas são influenciadas por acidentes geográficos, de que a formação do plâncton nos oceanos é influenciada por ventos que sopram partículas de poeira de desertos distantes, e que determinados climas costeiros são influenciados pelos movimentos e contra-movimentos das correntes entre si. Em contraposição, nos sistemas econômicos e organizacionais, sabe-se que os resultados de desempenhos passados da economia e da empresa, os efeitos das intervenções governamentais sobre os mercados e sobre a formação de preços, seu impacto nos hábitos mutantes dos consumidores ou movimentos agressivos da concorrência podem, em paralelo aos fenômenos da natureza, trazer efeitos anti-intuitivos surpreendentes quando a análise é feita a partir de uma perspectiva mais ampla. Comparações similares poderiam ser extraídas utilizando-se todo o espectro de forças ambientais e suas variáveis.

Os fenômenos observados na natureza, e em ambientes naturais e relacionados com a física, têm seus efeitos praticamente garantidos por obedecerem a “leis” quase que imutáveis, sendo que o analista necessita apenas adaptar-se reativa ou antecipativamente. Em contrapartida, conhecer mais sobre os efeitos dos vórtices proporcionará melhor discernimento sobre como conduzir a organização considerando as forças revolventes derivadas de uma fonte original à primeira vista desconectada.

Efeitos vorticosos são também encontrados no mundo dos insetos, e no campo da dinâmica do voo existem muitas diferentes lições a serem aprendidas. Até recentemente, a maior parte das análises relacionadas com a capacidade de voar de um *besouro* ou de outros insetos era feita de forma inadequada, pois os analistas aplicavam o que se chama de “abordagem da asa fixa”, ao invés da abordagem dos “três movimentos móveis”. Descobriu-se que os insetos podem ganhar energia a partir dos vórtices que se formam ao redor de suas asas durante o voo. De forma geral, vórtices são apenas “energia perdida”, o que significa uma “drenagem” ou sucção de energia: no entanto, os insetos mencionados são capazes de recapturar parte desta energia perdida, e utilizá-la para incrementar a velocidade e a manobrabilidade dos seus vôos. Forças

denominadas *delayed stall* (*estol retardado*), *rotational circulation* (*circulação rotacional*) e *wake capture* (*aproveitamento de esteira*), são utilizadas para recobrar energia ambiental.

Se estes conceitos fossem aplicados aos ambientes econômicos modernos, ou a instituições e organizações, talvez a tarefa da análise estratégica ambiental tornar-se-ia algo mais do que um exercício exaustivo para tomadores de decisão e estrategistas, no sentido de tornar-se fonte de novas energias para obter sucesso no ambiente e para garantir a trajetória futura da organização para que a mesma buscasse um melhor *alinhamento estratégico*, como indicaria o conceito desenvolvido por SUMMER (1980). Neste sentido, *como poderiam as organizações obter e recapturar energia a partir do ambiente, utilizando forças como o estol retardado, circulação rotacional e o aproveitamento de esteira?*

Sob o conceito do *estol retardado ou postergado* pode-se considerar a força que advém de uma reação contrária a um fator externo que não seja imediata, mas que requer muito mais análise e postergação até que o próprio fator causador possa ser utilizado para dar suporte à subida (take-off). Substituindo-se o princípio da “asa fixa”, em que apenas uma reduzida porção da força ambiental é utilizada, pelo princípio do “movimento móvel triplice”, pode-se incrementar em muito a velocidade e a manobrabilidade. A velocidade deverá ser adequada à “pista”, ou seja, à situação ou à *trajetória*. Já a manobrabilidade deverá estar vinculada à flexibilidade do ambiente, à adaptabilidade e à alavancagem que pode ser direcionada para superar as dificuldades ambientais e reconduzir a organização de volta ao seu “alinhamento estratégico”.

A *circulação rotacional* está relacionada com a habilidade da organização em mobilizar toda a energia e sinergia tanto interna quanto externa, para tirar vantagens dos fatores ambientais. Significa que cada componente do sistema terá que contribuir com o esforço do “levantar vôo”, por exemplo, utilizando uma abordagem participativa.

O *aproveitamento de esteira* está relacionado com a conversão da turbulência deixada para trás pelo movimento de alguma força ambiental, como as causadas por forças competitivas ou ambientais significativas. Seria como uma *Fênix* ressurgindo das cinzas, utilizando energias liberadas por situações críticas às quais a organização tenha sido submetida.

Estas interpretações podem ser aplicadas a sistemas organizacionais múltiplos, aos quais os *efeitos vorticosos* poderiam servir de explicação, capitalizar e prover novos conhecimentos através da análise destes efeitos derivados do *estol, da circulação racional e do aproveitamento da esteira ou vácuo*.

## 2. Vórtices em Trajetórias e Fluxos

Os vórtices se formam de forma independente, mas podem ser previsíveis desde que haja informação suficiente. É tempo de retomar alguns conceitos da *hidrodinâmica*, campo no qual os primeiros estudos sobre os vórtices foram conduzidos de forma consistente, e aplica-los ao mundo dos negócios e das organizações.

Inicialmente, serão apresentados alguns dos princípios e axiomas relacionados ao estudo dos vórtices, sem, no entanto, adentrar as formulações matemáticas relativas aos mesmos, por fugir do escopo deste trabalho e reservando este campo para futuros estudos relacionados à dinâmica dos vórtices. Para os objetivos deste trabalho, será suficiente relacionar os conceitos básicos ao ambiente organizacional e extrair aplicações que venham a esclarecer e firmar os conceitos já apresentados.

LAMB (1997) identifica três forças como componentes do que se convencionou chamar de *movimento vorticoso*. Este movimento se refere à trajetória de um elemento fluido e às suas velocidades em um determinado ponto, sendo

composto de movimentos de *translação, tensão e rotação*. O *vetor* resultante da convergência destes três movimentos é o chamado *efeito vorticoso, ou vorticidade*. A *translação* se refere ao deslocamento do elemento como um todo. A *tensão* está relacionada aos eixos principais do

fluido em uma determinada direção. A rotação exprime a evolução do elemento como um todo ao redor de um eixo momentâneo, com suas velocidades angulares. A consequência da convergência de forças acima referida é que a direção dos eixos do fluxo, as taxas de extensão e contração ao longo desta trajetória e o nível da vorticidade em qualquer ponto depende somente do estado do fluxo em determinado ponto, e não da posição do eixo ou obstáculo em referência. Quando se observarem baixos valores de vorticidade em uma massa fluida sabe-se que a translação representa apenas uma tensão naquele ponto, sem que se observe a rotação. Já a presença de um obstáculo, ou eixo, provoca a convergência das três forças e conseqüentemente um efeito de vorticidade.

Para uma organização isto significa que sua trajetória estará sempre sujeita aos movimentos acima mencionados – a translação, a tensão e a rotação. A translação de uma organização significa seu movimento natural como um composto de elementos de crescimento, desenvolvimento ou estagnação que seguem em determinada direção. Já como tensão podem ser identificados os recursos e as estruturas da organização. Como movimentos rotacionais podem ser identificados aqueles que são ocasionados pela fricção com fatores ambientais que fatalmente aparecerão pelo caminho, e que podem desencadear diferentes velocidades angulares e gerar novos vetores em função da vorticidade da convergência entre estruturas internas e fatores externos. Portanto, a *vorticidade* em sistemas organizacionais pode muito bem ser a resultante da velocidade, direção e “efeitos rotacionais” causados por fatores ambientais.

Estas forças ambientais resultarão no que se chama uma “linha vorticiosa”, que em seguida se constituirá em um “tubo vorticoso”, estabelecendo os limites do sistema de vórtices, enquanto dentro dele os elementos da organização serão reconhecidos como o “elemento fluido”, também chamado “filamento vorticoso” ou simplesmente “vórtice”. A força de um vórtice é o resultado da circulação rotacional ao redor de qualquer secção do tubo vorticoso, e mesmo quando alguns dos elementos são descontínuos a comparação é válida. Uma consequência deste teorema é que uma linha de vórtices ou um tubo vorticoso não se inicia ou termina no interior de um fluido, mas sim nos seus limites, que são os eixos ao redor dos quais os vórtices se formam. Isto leva à conclusão de que, em circunstâncias específicas tanto contínuas como descontínuas esta força é constante, invariável, enquanto durarem os fatores que a causam. Significa, também, que estas forças se movem com o fluido, neste caso representando a organização, até que um limite as submeta a novos vórtices.

Isto significa que não há nada estático no mundo físico nem no mundo organizacional, pois provou-se que não existe um “evento estático” nas organizações mas sim, que há pressões específicas que se mantêm ao longo de uma linha de vórtices estabelecida por certos eventos. Um grupo de linhas vorticosas forma um “tubo de vórtices” em uma perspectiva mais ampla, e podem ser calculadas e investigadas pela aplicação das ferramentas matemáticas desenvolvidas para a hidrodinâmica.

A duração das linhas vorticianas é equivalente à duração dos eventos estratégicos que impactam sobre a organização, e devem ser levadas em consideração quando se decide com base no processo de administração estratégica, uma vez que sua influência durante o horizonte de planejamento e posteriormente durante a implementação terá conseqüências decisivas.

A intensidade dos vórtices merece considerações adicionais. Frequentemente se toma como certo que a organização “possui os recursos” para resolver os problemas e questões colocadas em seu caminho pelas forças ambientais, também interpretadas como sendo “movimentos vorticosos”. Seria de grande valia se houvesse instrumentos hábeis para calcular o impacto de fatores tanto internos quanto externos, e desta forma incorporar estas ferramentas analíticas à modelação e simulação que estão sendo incrementalmente sendo utilizadas nos círculos acadêmicos e no mundo dos negócios. Desta forma, os recursos poderiam ser melhor dimensionados para fazer face a estes efeitos, ou pelo menos poder-se-ia planejar melhor a sua aplicação.

Entretanto, a proposição que se faz, no sentido de se aplicarem os conceitos da teoria dos vórtices a sistemas organizacionais, econômicos ou empresariais não quer significar um retorno ao modo de pensar “mecanístico”, tão em voga nos anos setenta. Antes, o que se pretende é contribuir com visões novas e desafiadoras para a disseminação de tecnologias que resultem de uma atitude favorável com relação à aplicação de raciocínios sistêmicos apoiados por conceitos revolucionários e *softwares* mais poderosos e fáceis de utilizar.

Afinal, a administração sempre “emprestou” conceitos de outras ciências, sejam elas as sociais como a sociologia, a psicologia, antropologia, direito ou história, ou das ciências exatas como a matemática, a biologia ou a física – como é o caso da teoria dos vórtices – através de cujos princípios e ferramentas sempre se procurou e conseguiu um entendimento mais profundo de fenômenos e questões organizacionais. A propósito, cabe lembrar os estudos pioneiros de BERTALANFFY (1977) no sentido de se inter-relacionar diferentes ciências para obter uma visão sistêmica dos fenômenos científicos.

Depois que se tenha analisado alguns dos tipos mais interessantes de vórtices na próxima seção, será possível traçar um paralelo entre esta parte da física e a teoria da estratégias e das organizações. A discussão sobre ferramentas adequadas à prospectiva ambiental e ao entendimento das variáveis ambientais de forma mais isolada e direta, ao invés de se referir simplesmente a um conjunto de forças externas será de grande valia para que os estrategistas possam conceber, modelar e simular cenários futuros de forma mais objetiva e direta, permitindo-lhes uma visão mais realística das reais conseqüências destes fatores ambientais.

### 3. Vórtices - Tipologia e Sistemas em Contra-ponto com a Realidade Estratégica

Conforme se informou na introdução e em capítulos anteriores, a Teoria dos Vórtices compreende diversos tipos de vórtices e de sistemas vorticianos, cada qual tendo aplicações a situações específicas. Existe, por exemplo, o caso de um sistema de vórtices de dimensões finitas dentro de um fluxo com pouca pressão e em repouso absoluto. O problema, neste caso, seria o de detectar a presença de forças propulsoras ou impulsivas por unidade de massa que poderia gerar o movimento instantaneamente. Nesta situação mais complexa, todos os vórtices gerados em determinado sistema deveriam ser incluídos, e ser determinada a *velocidade potencial* tanto dos pontos internos quanto externos. Outro aspecto importante é a *energia* de um sistema de vórtices. Na ausência de uma força externa, a energia será constante. Mas é bastante improvável que estas forças externas estejam completamente ausentes, e ao contrário, determinam sempre pressões adicionais sobre o dito sistema.

Vórtices retilíneos ocorrem quando o movimento de um sistema de vórtices ocorre em duas direções, e as linhas vorticosas são paralelas. Neste caso, e dado que a pressão de cada vórtice é constante relativamente ao tempo, o ponto onde as coordenadas são equivalentes e no ponto em que este ponto coincide com o centro de inércia pode ser chamado o “centro” do sistema de vórtices, e a linha reta que passa por ele será o “eixo” do sistema. No caso de dois vórtices com uma energia determinada, o movimento de cada filamento como um todo é inteiramente devido ao outro, e eles permanecem sempre à mesma distância um do outro e têm uma rotação com velocidade angular constante ao redor do centro. É certo que aquela porção particular de fluido contida neste tubo acompanha o par de vórtices em sua trajetória, sendo que o fluxo no contexto externo seria o mesmo que aquele produzido por um cilindro rígido que tivesse os mesmos limites.

Para um sistema organizacional existem interessantes aplicações destes *vórtices retilíneos*, especialmente no caso de uma *aliança estratégica*, e, que duas organizações ou empresas juntam seus esforços a fim de aproveitar suas potencialidades recíprocas e poderiam muito bem formar um *duplo sistema de vórtices* que será submetido à pressão de forças externas. O movimento de cada filamento (organização) ocorrerá como um todo, será inteiramente devido ao outro e

eventualmente poderão permanecer à mesma distância um do outro e evoluir com a mesma velocidade angular ao redor do “centro”, que seria o mercado. Esta é a imagem perfeita de como um relacionamento entre duas organizações em aliança estratégica deveria acontecer: movimentando-se na mesma direção significa que os objetivos e estratégias deveriam estar voltados para a mesma direção. A *sinergia* entre as duas organizações é outra característica que deveria ser destacada neste exemplo. O movimento ou trajetória destes dois vórtices ao redor deste “cilindro ambiental” as manteria nos mesmos limites do sistema que as duas constroem conjuntamente, uma vez que ambas serão afetadas pelas mesmas forças externas. A extensão na qual as duas organizações seriam afetadas poderá ser distinta, no entanto, mas pode ser presumido que pelo menos para o projeto específico no qual estariam trabalhando juntas as pressões e influências ambientais seriam de intensidade comparável.

Os mesmos comentários podem ser aplicados a um sistema de *seqüência de vórtices*, ou seja, o encadeamento resultante de uma corrente de vórtices equidistantes e de energia similares. Como conclusão das fórmulas de KARMANN (1911), “se houver duas seqüências paralelas de vórtices equidistantes e simétricos em relação a um dado centro, o sistema todo irá avançar com uma velocidade uniforme.” Isto significa que organizações coligadas em uma aliança estratégica não poderiam divergir em direções diversas, mas convergir e apoiar-se mutuamente diante de pressões externas, e avançar a velocidades uniformes em direção aos objetivos, na medida em que os vórtices se posicionam de forma paralela ao eixo, que neste caso seria o mercado.

Vórtices circulares são um caso especial em que todos os vórtices são redondos e são constituídos ao redor de um eixo comum. De acordo com a teoria original expressa por REUSCH (1860) e HELMHOLZ (1867) : “se houver qualquer número de círculos vorticosos, coaxiais ou não, o movimento de qualquer um deles poderá ser concebido como tendo sido produzido por duas partes, uma devida ao próprio círculo, a outra devida à influência dos demais círculos.” HICKS (1922) afirma, como que complementando , que “se o sentido da rotação é o mesmo para ambos, os dois círculos avançarão na mesma direção. Se a condição relativa ao tamanho e à força dos dois círculos é favorável, poderá acontecer que o segundo círculo poderá sobrepujar e passar por dentro do primeiro. No momento seguinte, os papéis desempenhados pelos dois círculos será revertida, e assim sucessivamente, com os dois círculos ultrapassando-se alternadamente”. Já se as rotações forem opostas, e de tal forma que um círculo se aproxime do outro, a influência mútua irá aumentar o raio de cada um. Se os dois círculos forem iguais em tamanho e força, a velocidade da aproximação diminuirá continuamente.

Aplicados ao mundo organizacional, os vórtices circulares e elípticos acontecem quando existem eventos supervenientes acontecendo ao mesmo tempo, alguns dos quais com rotação similar e movimentando-se na mesma direção, enquanto outros assumem rotações opostas, e influenciam uns aos outros para aumentar os respectivos raios de ação e influência. O *raio de ação* é o espectro de influências que as variáveis ou forças assumem, e quando ocorrem em rotações opostas provocam perdas ainda maiores sempre que contribuam para reduzir a velocidade da trajetória dos negócios. Assim, a natureza dos vórtices precisa ser conhecida, para que se possam evitar resultados inesperados e antecipar medidas que possam diminuir-lhes os efeitos.

Uma última palavra deve ser dita a respeito dos vórtices esféricos, bem como dos vórtices ocos, nos quais o centro rotacional é substituído por um vácuo.

No mundo real, não se está diante de um conjunto simples de dois vórtices, mas com um complexo conjunto de vórtices múltiplos que muitas vezes não esperam para ser analisados um por um, mas devem ser enfrentados por um processo de tomada de decisão rápido e abrangente. Os princípios aplicados ao estudo dos vórtices esféricos são aplicáveis no caso em que vários fatores ambientais convergem em um ponto específico no tempo, levando a entendimentos “anti-intuitivos” do que realmente está acontecendo, e colocando ameaças e colocando a perigo a operação como um todo, além de colocar pressões sobre as perspectivas estratégicas da organização.

Os vórtices também ocorrem no vácuo, gerando vórtices ocultos. Um vácuo se cria quando recursos específicos não estão disponíveis, ou são direcionados a outros objetivos e estratégias através de abordagens errôneas quanto à tomada de decisões. Esta imagem é aplicável num mundo cheio de surpresas e onde os recursos empresariais são escassos. Às vezes eles não existem, ou foram dilapidados irresponsavelmente pelos administradores. A falta de uma “competência” ou de uma “força propulsora” pode levar ao vácuo acima mencionado, quando a organização perde seu foco, esquece quais são suas “competências essenciais” ou mesmo não possui a capacidade de construir uma vantagem competitiva sustentável, conforme recomendariam HAMMEL & PRAHALAD (1994) e PORTER (1985).

As organizações são estruturadas com recursos, possuem culturas e valores, perseguem objetivos e formulam estratégias, estão sujeitas a mudanças ambientais e estão permanentemente expostas a fluxos e linhas vorticoidais, formam tubos vorticoidais de diversos tipos que se originam exatamente destas forças ambientais. Nestes “embates” entre as organizações e seus recursos com os “cilindros vorticoidais, ventos contrários formando vórtices duplos ou escassez de recursos gerando espirais conhecidas como “vórtices ciclônicos”, há que se entender mais profundamente este fenômeno e seu significado para a trajetória e o alinhamento estratégico da organização.

### III. O Conceito de Alinhamento Estratégico e Trajetória

“Trajetória é o caminho descrito por um projétil voando ou um objeto movendo-se sob a ação de determinadas forças”, conforme se lê no dicionário de OXFORD (2001). Em administração estratégica, é o caminho de uma determinada organização ao longo do seu ciclo de vida, conforme as formulações encontradas em LEVITT (1965), BUZZELL E COOK (1969), SUMMER (1980), WIND (1982) e TOYNBEE (1988). Ao longo de seu ciclo de vida, uma organização passa por uma série de estágios decisivos do ponto de vista estratégico, sendo que uma das suas características mais importantes reside no fato de que elas surgem, crescem, entram em períodos complicados e então continuam seja para resolver os problemas – e portanto entrando em novo estágio de crescimento – ou falharem em resolver as questões, iniciando um estágio de desintegração. Tanto SUMMER (1980) quanto TOYNBEE (1988) compartilham as opiniões relativas a estes estágios como sendo 1) fase introdutória ou de concepção; 2) fase de desenvolvimento e crescimento; 3) fase de conflitos, colapso e tempo de dificuldades; 4) realinhamento e crescimento; 5) desintegração.

Na fase inicial, as organizações iniciam-se em função da visão dos estrategistas, a qual tem por característica ser lógica e criativa, conectando as oportunidades e ameaças do ambiente com os recursos que a organização possa alocar e as decisões que possa tomar para controlar este ambiente. Sem dúvida, um conhecimento adicional a respeito do futuro deste ambiente utilizando-se uma ferramenta como a teoria dos vórtices poderá ser de muita valia neste estágio inicial.

Durante o estágio de crescimento e desenvolvimento, ainda segundo SUMMER (1980, pg.23) “o critério para avaliar se uma organização está ou não crescendo é sua capacidade de lidar com uma sucessão de desafios. Aquelas que os superam com sucesso estão crescendo, as que não conseguem, estão estagnadas”. O desenvolvimento de uma *competência distintiva* tornará possível superar os próximos desafios, e em conseguindo isso irá aprender ainda mais competência. HAMEL e PRAHALAD (1985) mais tarde elaboraram ainda mais a noção de competência distintiva, como outros também o fizeram desde que SMITH (1776) desenvolveu sua teoria da vantagem comparativa. Mas o ponto, aqui, é que construir competências requer uma visão das forças ambientais e a competência para antecipar seus efeitos e novas configurações dos conjuntos de fatores dos mundos interno e externo, criando crises a partir das discrepâncias entre a direção dos estrategistas da organização e as realidades do ambiente externo. Para estar preparado para um cuidadoso planejamento para este período especial, a teoria dos vórtices pode

auxiliar e prever o comportamento e o impacto das variáveis ambientais que o influenciam. Ainda citando SUMMER (1980), “este estágio é o tempo na vida de uma organização em que o seu futuro na sociedade poderá seguir duas direções: se os estrategistas puderem recobrar sua habilidade em enxergar os fatores ambientais em ação, e aglutiná-las de forma a renovar a competência organizacional tanto nas questões externas quanto dos recursos internos, um novo estágio de desenvolvimento se seguirá. Caso contrário, uma desintegração em grande escala se estabelecerá”.

No período seguinte, o de realinhamento e crescimento, dois problemas terão que ser enfrentados. Um, é o chamado *alinhamento ambiental* ou seja, o alinhamento com o novo conjunto de fatores que fatalmente serão diferentes daqueles do período anterior, e a tarefa do próprio realinhamento terá sido superado por causa de uma sociedade em mutação. A teoria dos vórtices auxiliará no reconhecimento das causas dos conflitos, e demonstrará novos e eficazes meios de realinhar as tarefas da organização. De outra forma, e de acordo com o modelo de TOYNBEE (1988), virá o estágio da desintegração, que é na verdade o quinto estágio e é uma consequência para aquelas organizações que não servem à sociedade. Aquelas que o fazem em têm a probabilidade de durar mais, tanto no sentido de tempo – servir durante mais tempo – e grau – servir melhor ou pior. É importante notar que o termo “organização que serve” foi utilizada por ANSOFF (1982) sendo que o conceito de ESO – Environmental Serving Organization- Organização a serviço do seu Ambiente – foi utilizada para identificar as organizações alinhadas estrategicamente. Ultimamente, o assunto está de volta à literatura acadêmica e empresarial sob o conceito de “responsabilidade social da empresa”, “marketing social” (KOTLER, 1997) e outras expressões relativas à perfeita compatibilidade entre a organização e a sociedade.

O que é realmente importante é o fato de que, com novas ferramentas uma organização será capaz de antecipar sua trajetória e também os estágios que serão necessários para seguir *alinhadamente* com seu ambiente. Em relação a este modelo, a TEORIA DOS VÓRTICES foi desenvolvida para esclarecer e auxiliar no entendimento de como as forças que formatam estas trajetórias poderiam ser entendidas. Resgatando o modelo de comportamento estratégico de SUMMER (1980), um sistema estratégico é composto por organizações, estrategistas e a sociedade. Poder-se-ia acrescentar um quarto elemento – o ambiente – desta forma ampliando o conceito de “sociedade”. “A ação de cada ator provoca e é influenciado pelas ações dos demais. Portanto, o comportamento de um sistema estratégico é uma função da interação de organizações, sociedade, estrategistas e o ambiente, ou

$$Ce = f(O, E, S, A)$$

Em que Ce é o comportamento estratégico de uma organização, que é função da estrutura da própria organização, dos estrategistas e suas decisões, da sociedade com suas expectativas e aspirações, e o meio-ambiente.

E é neste ambiente que a organização terá que crescer, manter ou aplicar qualquer outra estratégia a fim de “alinhar-se” e determinar sua trajetória, ou em outras palavras estabelecer a maneira com a qual seguirá ao longo do seu ciclo de vida. “Ao seguir seu longo ciclo de vida estratégico, nenhuma organização poderá sobreviver sem prover utilidade a clientes e consumidores. Se a organização falhar em atingir este objetivo, os fornecedores de recursos exteriores poderão interromper o apoio tão essencial para sua sobrevivência. SUMMER, (1980, pg. 48). De qualquer forma uma visão sistêmica é necessária para entender a mecânica da aplicação da teoria dos vórtices neste contexto. Uma visão sistêmica de administração e organização começa com uma tomada de consciência das realidades e relacionamentos organizacionais e ambientais. SMITH (1982) fez um detalhamento interessante dos insumos ou inputs tomados do ambiente, discriminando fatores como investidores, competidores, sociedade

e consumidores, os quais são processados em termos de sistemas e sub-sistemas organizacionais tais como decisões, objetivos, apoio, informação gerencial, planejamento, análise e controle. Como resultados, obtém-se os exumos ou outputs tangíveis e intangíveis tais como produtos, serviços, desempenho, produtividade, responsabilidade pública e social, inovação, crescimento e desenvolvimento. É sob a luz destes fatores que o conceito do *alinhamento estratégico* deve ser entendido, desde que a compatibilidade entre organização e ambiente, deve ser feito considerando-se estas variáveis. O autor apresenta quatro tipos de ambiente que se estende do *estável ao perturbado*, passando pelo *instável* e depois para o *turbulento*. Fica muito claro que a cada diferente tipo de ambiente mais e diferentes variáveis interagirão entre si e sobre a organização, e será de bom alvitre que se conheça como se devem aplicar ferramentas de previsão para antecipar futuros resultados.

#### IV. Teoria dos Vórtices e a Prospectiva Estratégica

A finalidade de se propor a Teoria dos Vórtices é a sua aplicabilidade ao refinamento da antecipação prospectiva de eventos, e sua utilização como ferramenta para um planejamento estratégico mais apurado, e para atividades de construção de cenários. No capítulo anterior ficou claro que o conceito de *alinhamento estratégico* necessita de um esforço abrangente de obtenção de informações, porque ao longo da trajetória de uma organização existirão estágios sucessivos em que uma sucessão de *vórtices* irão acontecer em uma corrente quase que contínua. *A Teoria dos Vórtices* será útil no exame do impacto de eventos futuros, e dos efeitos dos diferentes obstáculos que estarão no caminho da organização. Como se viu, por vezes haverá uma combinação de diversas variáveis negativas que influenciarão umas às outras, formando o que se chamou de vórtices circulares, elípticos ou esféricos, cujo comportamento pode ser previsto com a aplicação dos conceitos e princípios da teoria dos vórtices.

O tratamento de fórmulas relativas aos vórtices com o auxílio de modelos de simulação avançados é uma das áreas em que os benefícios desta teoria podem ser salientados, uma vez que existe uma necessidade permanente por um entendimento mais profundo dos eventos futuros, principalmente quando se tenta construir cenários em relação à sistematização e mapeamento do ambiente da organização. Tudo isto está relacionado com o processo de planejamento de uma organização. A integração entre planejamento e previsão está explicada por MAKRIDATIS (1983) quando nele se lê que “a maior parte da literatura sobre planejamento está relacionada com os diversos aspectos do processo de planejamento – estabelecimento de objetivos, estratégias, metas, táticas e assim por diante – e se presume que a previsão, embora importante, está facilmente disponível.”

Obviamente isto não corresponde com a realidade do mundo dos negócios e das organizações, em que administradores e estrategistas precisam prospectar a informação de que necessitam para tomar suas decisões. Esta é a razão pela qual *previsão e planejamento* precisam ser integrados, uma vez que ambas estão voltadas para o futuro da organização. Adicionalmente, um conhecimento maior de técnicas de previsão será de pouca valia a menos que possa ser efetivamente aplicada ao processo de planejamento. Existem razões importantes para que a ênfase seja colocada no planejamento, como, por exemplo, o reconhecimento de oportunidades que deveriam ser aproveitadas o mais cedo possível, e a necessidade de tentar influenciar ou pelo menos tirar proveito de futuros eventos através de ações que possam ser tomadas antecipadamente. Adicionalmente, o planejamento pode criar operações mais eficientes e efetivas, além de permitir a implementação de ações que poderão ajustar-se a cronogramas avançados e que poderão influenciar futuros eventos. O planejamento também ajuda na coordenação de diversas atividades e permite que a organização alcance seus objetivos com o mínimo de dispêndio de recursos. Novamente MAKRIDATIS (1983) realça que o espaço de tempo entre a tomada de consciência de um evento iminente e sua ocorrência se constitui na

essência das razões para planejamento e previsão. Portanto, se um instrumento de previsão pode ser útil para ajudar a entender a intensidade destes futuros eventos, tanto melhor será para a organização que então terá tempo para planejar e preparar-se para os mais drásticos *efeitos vorticosos* que possam atrair ou criar efeitos colaterais em um ambiente cheio de mudanças e turbulências.

Adicionalmente, se a defasagem de tempo for longa e os resultados finais dos eventos dependentes de fatores identificáveis, o planejamento terá um papel ainda mais importante na determinação das ações que deverão ser tomadas, e terá que basear-se em previsões a fim de determinar quando o evento ocorrerá e os seus efeitos centrais e colaterais. Poder-se-ia questionar a validade e eficácia de uma ferramenta utilizada para predizer um futuro incerto, mas por outro lado o progresso e a evolução da ciência tem incrementado o entendimento de diferentes aspectos do ambiente, e conseqüentemente a previsibilidade de muitos eventos. E quando estes métodos, ferramentas e teorias se relacionam com fenômenos empresariais, organizacionais e econômicos, tanto maior será a expectativa com relação a estes eventos. Na integração de eventos externos com fatores controláveis internos, é tarefa da previsão obter informações sobre o futuro, e do planejamento a sua implementação. A evolução dos computadores e das técnicas de simulação auxiliará no refinamento ainda maior da previsão, e neste aspecto a contribuição da *Teoria dos Vórtices* será decisiva.

## V. A Teoria dos Vórtices e a Teoria do Caos

A Teoria dos Vórtices não deve de maneira nenhuma ser confundida com a Teoria do Caos, que tanta popularidade alcançou e que continua a ser uma abordagem interessante para entender e desafiar os estrategistas sobre as influências de variáveis tão insuspeitas e aparentemente inofensivas sobre o comportamento dos sistemas empresariais ou organizacionais. A crença de que uma mudança mínima nas condições iniciais de determinados fatores pode acarretar em profundas alterações na trajetória das empresas é uma abordagem tentadora e útil para examinar as conseqüências futuras de alterações que tenham lugar no momento. Entretanto, a imprevisibilidade destes eventos leva a uma curiosidade sobre o futuro, mas não tem utilidade para a previsão do comportamento do sistema no futuro, a menos que condições específicas sejam cumpridas. Existem, como diz a teoria do Caos, situações em que uma situação caótica pode surgir, a qual se origina de vórtices ou outras perturbações do fluxo da trajetória. A mudança para o estado caótico geralmente tem lugar através de uma seqüência de transições, sendo que a rota exata depende do sistema. Constatou-se que um comportamento caótico ocorre não apenas em sistemas contínuos possuindo graus de liberdade infinitos, mas também em sistemas não lineares discretos que possuem um baixo número de graus de liberdade. Neste contexto, um sistema caótico é definido como sendo aquele em que as soluções são *extremamente sensitivos às condições iniciais*, conforme consta em KUNDU (1990).

Isto significa que organizações que tenham condições iniciais estáveis e mesmo reduzidas poderão evoluir para situações muito diferentes. Outros sintomas de um sistema caótico é a existência de soluções muitas vezes anti-intuitivas e de largo espectro ao invés de poucas opções para a tomada estratégica de decisões. No caso de baixas pressões ambientais, o fluxo ou trajetória serão constantes. Já para pressões mais agudas e numerosas advindas do meio-ambiente, um sistema de “ondas” espaçadas acaba se desenvolvendo e o fluxo ainda permanece de certa forma regular, mas quando as pressões do ambiente se tornam extremamente elevadas um fluxo irregular e caótico se desenvolve. Isto resulta em sistemas não-lineares mesmo que as pressões sejam constantes. O processo pelo qual um fluxo estável se transmuta em um fluxo turbulento é chamado de *transicional*, como explica GLEICH (1987). A instabilidade de um fluxo contínuo não se transforma imediatamente em uma turbulência, a qual é um estágio não-linear e caótico caracterizado por uma enorme mistura de variáveis ambientais. Após o colapso

inicial das trajetórias constantes provocadas pelas amplificações de pequenos eventos ou distúrbios, o fluxo é submetido a uma complexa seqüência de mudanças as quais finalmente resultam no estado caótico chamado turbulência. Sob estas considerações uma organização poderá encontrar-se em um estado de transição por um período maior de tempo, e é importante reconhecer este estado e identificar o momento em que ela se encontre em sua trajetória de forma a poder tomar decisões gerenciais adequadas.

Quando a transição ocorre em uma situação em que a trajetória está livre de outras restrições, uma *seqüência de vórtices* poderá aparecer e resultar em ondas que apresentarão um potencial de turbulência ainda maior, uma vez que irá transformar-se em vórtices ainda maiores que resultarão em turbulências, as quais por sua vez irão transformar-se em situações instáveis que finalmente levarão ao caos.

Concluiu-se que a transição, do estado de turbulência para o estado caótico através da aparição de vórtices apresenta uma espécie de *comportamento universal*, mas é importante que se façam investigações adicionais nesta matéria, uma vez que nesta pode residir a solução não apenas para sistemas simples, mas para os complexos. Neste contexto, seria aconselhável que se relacionasse a *teoria dos vórtices* a trabalhos de autores como LANFORD (1982), GLASS & MACKKEY (1988), e BERGÉ, POMEAU & DUBOIS-GANGE (1994), como emulação para próximos trabalhos .

## VI. A Dinâmica dos Vórtices e e sua relação com a Dinâmica de Sistemas

Um campo novo, ou melhor, uma área de estudos em renovação em que se poderão aprofundar as implicações da Teoria dos Vórtices está relacionada com a “dinâmica dos vórtices”. Sob a égide da *DINÂMICA DE SISTEMAS*, a teoria desenvolvida ainda nos idos da década de 50 por Jay Forrester do MIT (1961), é possível identificar os “feedbacks” (enlaces) positivos e negativos que influem no desenvolvimento de efeitos vorticianos, uma vez que os mesmos têm como parte de sua natureza a busca de objetivos e eventuais ações corretivas. As fórmulas para cada tipo de vórtice terão que ser adaptadas aos modelos que podem ser construídos com base na situação específica a ser modelada e simulada. Adicionalmente, os “delays” ou defasagens de tempo que deverão ser incluídos e considerados nestes modelos representam fatores ambientais diferenciados e seus diferentes efeitos sobre os sistemas empresariais e organizacionais. Acima de tudo, é um vasto campo para a aplicabilidade do *pensamento sistêmico*. Ver Andrade ( 2006)

No caso de se fazer a representação de um modelo de trajetória organizacional, os construtores de modelos irão querer identificar as interações entre os setores públicos e privados, bem como entre diferentes sub-sistemas e poderão tirar vantagens da Teoria Dinâmica dos Vórtices, por causa da riqueza de representação que advém da grande variedade de tipos de vórtices. Entre um tipo e outro, as defasagens de tempo e esperas podem ser representados, e todo um ciclo pode ser simulado nos períodos mais diferenciados. De acordo com STERMANN (2000), “os muitos “feed-back loops” (enlaces) discutidos neste trabalho não apenas induzem o crescimento de organizações como ainda contribuem para o crescimento de setores econômicos inteiros e de uma economia como um todo.” Mas mesmo estes enlaces poderão “tropeçar” em fatores ambientais que podem gerar vórtices que deveriam ser previstos através de simulação. Desenvolvimentos adicionais nesta área certamente contribuirão para esclarecer estes efeitos.

Desta forma, não apenas estratégias organizacionais poderão sofrer novo impulso com o aprofundamento da Teoria dos Vórtices, mas também políticas governamentais relativas à indústria, às exportações e balança comercial, políticas públicas de educação, saúde e segurança, questões estas que podem impactar sobre os sistemas da economia em geral e afetar as organizações em suas estratégias individuais. A Teoria dos Vórtices tem, pois, todas as condições para contribuir decisivamente para abrir novas fronteiras na área de prospectiva estratégica e de previsões ambientais.

## VII. Conclusões

A Dinâmica dos Vórtices aplicada às ciências sociais aplicadas ainda está nos seus primórdios constitutivos, sendo portanto um novo campo de estudos e pesquisas para os interessados na área, bem como um enorme desafio para os “experts” em estratégia e organizações, muito embora os princípios dos vórtices já sejam objeto de estudos e desenvolvimento por pelo menos dois séculos nas ciências da física e matemática. Sua aplicação à análise de problemas organizacionais, empresariais, econômicos e sistêmicos foi, no entanto, sobejamente apresentada e é propósito do autor a continuidade e aprofundamento das pesquisas nesta linha. Não foi possível detectar as razões pelas quais a aplicabilidade dos princípios dos vórtices ainda não mereceu, por parte da área acadêmica das ciências sociais, a atenção que poderia, devido ao enorme potencial de análise contido nos seus conceitos e proposições. O objetivo deste trabalho foi, pois, apresentar algumas das grandes linhas de pesquisa abertas para análise, e iniciar debates, trocas de experiências, aplicações em casos concretos e pesquisa de aplicabilidade aos ambientes externos, competitivos e internos das organizações empresariais, governamentais e do terceiro setor. As principais razões são:

Primeiro, porque existem surpreendentes similaridades entre os fluxos estudados na dinâmica dos fluidos e da hidráulica com as trajetórias desenvolvidas por organizações de todos os tipos. Pressupondo a veracidade desta afirmação, então os diferentes tipos de turbulências observadas na natureza poderão, igualmente, ser trasladadas para os sistemas organizacionais.

Segundo, porque este artigo está direcionado quase que exclusivamente para a análise qualitativa dos fenômenos vorticianos aplicados às organizações, e tem por finalidade iniciar as discussões sobre a matéria. Na continuidade, o desafio será o de estudar a dinâmica dos vórtices sob a ótica matemática, desta forma abrindo caminho para o uso de poderosas ferramentas e *softwares* de modelagem e simulação e facilitando os cálculos e interpretação de resultados. Mais do que outras, a *dinâmica dos sistemas* – área que vem tendo um retorno impressionante nos últimos anos em todo o mundo – será de grande auxílio se combinada com a Teoria dos Vórtices.

Terceiro, porque outro desafio importante será a exata definição dos parâmetros da teoria e sua adequação para uso de fórmulas matemáticas diferenciais e integrais. A diversidade destas fórmulas permitirá a representação de muitas situações diferentes, o que poderá incrementar significativamente o seu potencial de modelagem.

Quarto, porque já está suficientemente claro que a contribuição da Teoria dos Vórtices para a *previsibilidade* e a *prospectiva* tende a ser muito mais acurada e confiável do que aquelas advindas de outros métodos mais subjetivos. A Teoria do Caos, por exemplo, coloca claramente suas limitações no sentido de não se prestar a previsões, mas somente para esclarecer as seqüências e transições entre uma situação de estabilidade para outra mais turbulenta ou caótica. Já a Teoria dos Vórtices está diretamente ligada ao potencial de previsibilidade dos seus princípios, e sua aplicação a ambientes turbulentos tanto ambientais como competitivos.

Quinto, porque esta “nova” área de estudos não pretende substituir o discernimento e a experiência necessárias para interpretar os resultados da aplicação dos princípios vorticianos. Também não deve ser interpretada como uma volta à abordagem mecanística tão em voga na década dos setenta.

Sexto, porque os princípios da Teoria dos Vórtices terão que ser aplicados sob circunstâncias específicas, e ganharam um campo interessante no estudo da evolução das organizações. Por exemplo, o Modelo de Greiner, que trata da *evolução e revolução* ao longo do crescimento das empresas poderia ser associado com o conceito da trajetória organizacional e examinado sob as luzes das crises típicas do crescimento e desenvolvimento que tanto impactam sobre o ciclo de vida das organizações. (GREINER, 1972). Desde que cada um dos estágios requer decisões estratégicas específicas, um refinamento poderia ser alcançado de forma a explicitar e expandir

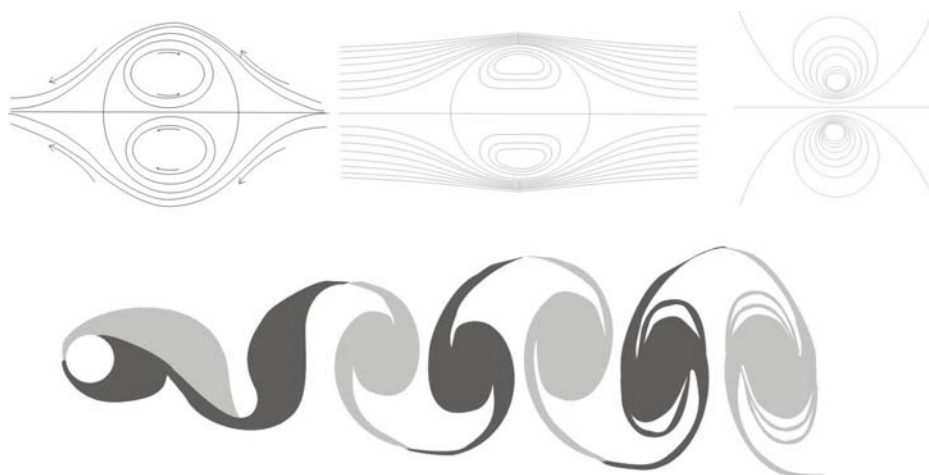
estes modelos clássicos, sob a influência das novas tecnologias que influenciam a configuração das estruturas organizacionais como resultante de decisões estratégicas. Aqui, também, estaríamos nos voltando a um outro modelo clássico em que se relacionam estratégias e estruturas, como no estudo de CHANDLER (1962) que tentou explicar as razões pelas quais este binômio tanto depende da evolução quanto das condições ambientais. Na mesma linha de raciocínio, o modelo de ROSTOW (1960) que detalhou os estágios do desenvolvimento econômico poderia, igualmente, ser modelado e simulado utilizando-se a dinâmica dos vórtices. Como o Brasil é um país ainda em processos de desenvolvimento nas suas diferentes regiões, poder-se-ia aplicar a Teoria dos Vórtices também na área de políticas públicas e de planejamento estratégico governamental .

Concluindo, espera-se ter demonstrado uma boa parte do potencial que a abordagem vorticiana pode proporcionar ao estudo da dinâmica dos sistemas organizacionais, econômicos e governamentais, e para as investigações nos campos do crescimento econômico e das estratégias em organizações. Através de uma análise cuidadosa e imparcial, os acadêmicos, os estrategistas e os estudiosos da ciência política poderão descobrir o novo e incomensurável mundo das aplicações da Teoria dos Vórtices, à medida em que descobrem que não é suficiente fazer comparações genéricas com fenômenos da natureza, mas que existe um potencial inexplorado para o uso efetivo de princípios vorticianos para aplicação específica a questões estratégicas, proporcionando aos tomadores de decisão não apenas mais possibilidades de antecipar eventos futuros, mas permitir cálculos e modelagens mais acuradas para a simulação dos seus efeitos sobre o alinhamento estratégico das organizações aplicando os princípios do pensamento sistêmico.

## VII. Ilustrações

Abaixo, apresentam-se algumas figuras que representam tipos específicos de vórtices: na primeira linha, da esquerda para a direita, pode-se ver um Par de Vórtices, um Vórtice Esférico e um “doublet”- Vórtices Circulares constituindo um sistema de vórtices.

Na segunda linha, observa-se uma seqüência de vórtices, conhecida como Caminho de Vórtices de Karmann.



## BIBLIOGRAFIA

- ALDAG, R.J. AND TIMOTHY M. STEARNS (1991), *Management*. South-Western Publishing. Pg. 199-201.
- ANDRADE, AURÉLIO et alii (2006), *Pensamento Sistêmico – Caderno de Campo*. Bookmann. Porto Alegre.
- ANSOFF H.IGOR (1981), *Strategic Management*. Macmillan Press. London.
- BERGÉ, PIERRE, YVES POMEAU and MONIQUE DUBOIS-GANCE (1994), *Dés Rythmes au Chaos* . Editions Odile Jacob. Paris.
- BERTALANFFY, LUDWIG VON (1977), *Teoria Geral dos Sistemas*. Vozes.
- BLEVINS, R.D.,(1990). *Flow Induced Vibration*. 2<sup>nd</sup>. Edition.
- BUZZELL, R.D. and V. COOK (1969), *Product Life Cycles*. Cambridge, Mass. MSI.
- CHANDLER, ALFRED. D, JR. (1962), *Strategy and Structure: Chapters in the History of the American Industrial Enterprise* .THE M.I.T. Press. Cambridge, Mass.
- FORRESTER, JAY W. (1961), *Industrial Dynamics*.The System Dynamics Series. Pegasus. Massachusetts.
- GORN, MICHAEL H., (1992). *The Universal Man – Theodore von Karman's Life in Aeronautics*. Smithsonian Institutions Press, Washington.
- GLASS, LEON and MICHAEL C. MACKAY (1988) *from Clocks to Chaos: The Rhythms of Life*. Princeton University Press. N. J.
- GLEICH, JAMES (1987), *Chaos – Making a New Science*. Penguin Books. Toronto.
- GREINER, LARRY (1972), “Evolution and Revolution as Organizations Grow.” *Harvard Business Review*, 50.
- HELMHOLZ, H. (1858), “Über Integrale der hydrodynamischen Gleichungen welche den Wirbelbewegungen entsprechen”. *Crelle – Wissenschaftliche Abhandlungen*.
- HELMHOLZ, H. (1868), “Über diskontinuierliche Flüssigkeitsbewegungen” . *Wissenschaftliche Abhandlungen*. Leipzig. 1882.
- HITT, MICHAEL A., R. DUANE IRELAND AND ROBERT E. HOSKISSON (2001), *Strategic Management – Competitiveness and Globalization*. South-Western College Publishing. Pg.52
- HICKS, W.M., (1922), “On the Mutual Threading of Vortex Rings”. *Proceedings of the Royal Society*. In: Lamb, Horace, *Hydrodynamics*. Cambridge University Press. 1997.
- HAMEL, GARY and C.K. PRAHALAD (1994), *Competing for the Future*. HBS Press.
- KARMAN, VON (1911,1912), “Flüssigkeits- u. Luftwiderstand”. *Physikalische Nachrichten*. Pg 49.
- KOTLER, PHILIP (1997), *Marketing Management*. Prentice-Hall, N. Jersey. Pp.26-27.
- KUNDU, P.(1990), *Fluid Mechanics*. Academic Press. London.
- LAMB, HORACE (1997), *Hydrodynamics*. Cambridge University Press. 6<sup>th</sup> Edition.
- LANFORD, O.E. (1982), “The strange attractor theory of turbulence.” *Annual Review of Fluid Mechanics*, 14.
- LEVITT, TH. (1962), *Innovation in Marketing: New Perspectives for Profit and Growth*. New York: Mc Graw-Hill.
- LUGT, H.J. (1983). *Vortex Flow in Nature and Technology*. Wiley, N.Y.
- MAKRIDATIS, SPYROS, STEVEN C. WHEELWRIGHT AND VICTOR E. MCGEE (1983), *Forecasting: Methods and Applications*. John Wiley and Sons. New York.1983.
- OXFORD (2001), *The Oxford English Reference Dictionary*. Oxford University Press.
- PORTER, MICHAEL (1985), *Competitive Advantage*. The Free Press. N.York, N.Y.

REUSCH, E.(1860) “Über Ringbildung der Flüssigkeiten” in: Lamb, Horace,(1997) *Hydrodynamics*. Camb. Univ. Press.

RITCHIE-DUNHAM, JAMES L. AND HAL T. RABBINO (2001), *Managing from Clarity. Identifying, Aligning and Leveraging Strategic Resources*. John Wiley and Sons, Ltd., Chichester, England.

ROSTOW, WALT W. (1960), *The Stages of Economic Growth*. Cambridge University Press. London.

SMITH, ADAM (1776). *Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*.

SMITH, AUGUST W. (1982), *Management Systems – Analyses and Applications*. The Dryden Press. New York.

STERMAN, JOHN (2000). *Business Dynamics*. Irwin McGraw-Hill. Boston.

SUMMER, CHARLES E., (1980). *Strategic Behavior in Business and Government*. Little, Brown. Boston and Toronto.

THOMPSON, W.(1869), “On Vortex Motion”. *Edinburgh Transcripts XXV*.

TOYNBEE, ARNOLD.(1988). *A Study of History*. Portland House. New York, N.Y.

[http://gdaacc.nasa.gov/vonKarman\\_vortices.html](http://gdaacc.nasa.gov/vonKarman_vortices.html)

WEBSTER’S (1968) *The Webster’s New World dictionary of the American Language*. The World Publishing Company. N. York.

WIND, Y. (1982). *Product Policy: Concepts, Methods and Strategy*. Addison-Wesley. Reading, Mass.