
ANÁLISE DO PCP PELAS LENTES DA COMPLEXIDADE

ARTIGO – PRODUÇÃO

Simone Sehnem

Mestre em Administração pela Universidade Federal de Santa Catarina

E-mail: sssadm@gmail.com

Recebido em: 25/06/2006

Aprovado em: 08/09/2006

Rolf Hermann Erdmann

Doutor em Engenharia da Produção

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade

Federal de Santa Catarina

E-mail: erdmann@cse.ufsc.br

RESUMO

Este artigo apresenta uma análise do sistema de Planejamento e Controle da Produção (PCP) de uma empresa agroindustrial avícola, pelas lentes da teoria da complexidade. O método adotado buscou verificar como as atividades de planejamento estratégico da produção, planejamento da produção, programação e controle são realizadas em um ambiente complexo. Trata-se de um estudo de caso de caráter qualitativo, que fez uso das técnicas de coleta de dados, entrevista e observação. A análise inovadora adotada permitiu o vislumbre de um processo no qual ocorrem interações, adaptações, aprendizado e coevolução. Foi possível evidenciar que, via de regra, são adotadas ações de *single loop* e *feedback* negativo, o que indica o emprego, majoritariamente, de um receituário linear e seqüencial. Ademais, autonomia, auto-organização, *double loop* e *feedbacks* positivos foram manifestados tão-somente em situações peculiares.

Palavras-chave: PCP, Complexidade, Organização, Adaptação, Aprendizado.

PRODUCTION PLANNING AND CONTROL ANALYZED FROM A COMPLEXITY POINT OF VIEW

ABSTRACT

A poultry farm was analyzed using the Complexity Theory to understand strategic activities of production, production planning, programming and control carried out in this complex environment. A qualitative case study made use of information collecting, interview and observation techniques. The innovative analysis adopted disclosed how interaction, adjustment, learning and group development took place. Single loop and negative feedback actions were usual for a predominantly linear and sequential approach. Further, autonomy, self-organization, double loop and positive feedback were also noted but only in exceptional situations.

Key words: *PCP, Complexity, Organization, Adaptation, Learning.*

1. INTRODUÇÃO

A administração da produção bem como o planejamento e controle da produção são efetuados de modo linear nas empresas. Essa prática tem origem na visão mecanicista surgida no período da Revolução Industrial, mais precisamente no modo de Taylor administrar a fábrica.

Entretanto, esse modo de administrar não consegue dar conta das não-linearidades, inerentes a um sistema de produção, onde constantemente surgem contingências que precisam ser contornadas para readequá-lo.

A dinâmica de atuação de um sistema de produção faz com que sobre o PCP recaiam as contingências da logística, da matéria-prima, do pessoal, do fluxo de serviços, dos equipamentos e das tecnologias. Estas afetam o desempenho das empresas e interferem diretamente nos custos, prazos de entrega e na qualidade dos produtos. Sendo assim, o planejado e o executado podem apresentar valores discrepantes, relacionados ao absenteísmo, ajuste incorreto de máquinas e equipamentos, falta de matéria-prima para processamento, acidentes de trabalho, ações de má-fé das pessoas, entre outros.

Concernente à programação, as contingências podem estar relacionadas a falhas de programação, demanda maior que a capacidade de produção, interrupção de atividades, negligência e procedimentos incorretos adotados por pessoas.

Considerando-se a premissa de que o PCP é o eixo organizacional das operações de uma empresa, deficiências nesse subsistema projetam-se de forma imediata na qualidade do produto, na confiabilidade das informações, no descumprimento de prazos, no gerenciamento ineficiente dos insumos, entre outros.

As relações complexas atuam no sentido de amenizar as conseqüências do determinismo nas organizações. A teoria da complexidade busca lidar com a incerteza, as ambigüidades e os paradoxos nas organizações, a fim de entender a maneira pela qual ocorrem as interações e conexões entre os subsistemas, a reação do sistema diante das contingências e o padrão de inovação, adaptabilidade e criatividade do sistema.

Na abordagem da complexidade, os sistemas são tratados considerando-se as interações não-lineares,

imprevisíveis e incertas, as propriedades emergentes, as conexões em várias dimensões e a evolução em níveis de complexidade, o que justifica o uso desta teoria para a realização da análise do PCP.

Portanto, a complexidade procura explicar as inter-relações que ocorrem apesar do rigor do planejamento nas organizações. As não-linearidades que emergem são reflexo das incertezas, inconstâncias e mutabilidade do ambiente. Sendo assim, o presente artigo propõe-se a analisar o PCP de uma empresa agroindustrial avícola pelas lentes da Teoria da Complexidade. O propósito da pesquisa consiste em responder à questão: como o PCP se comporta diante das contingências que sobrevêm a ele?

A estrutura do trabalho contempla uma abordagem dos pressupostos da Complexidade, na percepção dos autores Agostinho (2003) e Stacey (1996, 2000), bem como uma descrição de aspectos pertinentes ao PCP. Na seqüência, apresenta-se a metodologia que guiou a realização do estudo e, logo após, são descritas as análises realizadas, bem como feitas as considerações finais acerca do estudo.

2. ABORDAGENS SOBRE OS PRESSUPOSTOS DA COMPLEXIDADE

Para Stacey (1996), a Ciência da Complexidade estuda as propriedades fundamentais de *feedbacks* não-lineares e as redes adaptativas complexas, envolvendo o estudo das interações. Nobrega (1996) afirma que tudo o que é relativo à nova Ciência da Complexidade tem a ver com a emergência. Algo que não estava lá aparece como resultado da dinâmica da interação, isto é, como resultado do próprio fluxo de informações através das interconexões da rede de relacionamentos. Esta rede se forma em tudo o que é vivo, seja na economia, no cérebro humano, numa empresa (internamente e em seu mercado), num formigueiro, numa colméia ou até mesmo numa comunidade de robôs.

Morin (1977) menciona que trabalhar considerando a complexidade dos fenômenos é mais difícil do que reduzi-los a partes isoladas. Quando se analisa uma parte e se generalizam os resultados encontrados para o sistema como um todo, desconsideram-se as interações, as conexões, as

propriedades emergentes, as diferenças entre as partes que constituem todo o sistema. Nessa situação, fecha-se o sistema às interferências externas, o que facilita a análise, já que num sistema fechado é possível prever e dominar o seu funcionamento, fato que reduz a dificuldade de intervenção nele. O reducionismo não detecta a complexidade; ao contrário, oculta as ligações, as articulações, as implicações, as imbricações, as interdependências.

Nesse sentido, Leite (2004) destaca que a complexidade se situa entre a ordem e a desordem. Por causa dessa constatação, emprega-se a lógica hermenêutico-dialética: por um lado se compreende e por outro há uma constante transformação e atitude.

Conforme Stacey (1996), um sistema adaptativo complexo é um grande número de agentes que se comportam de acordo com seus próprios princípios de interação local, num processo de auto-organização. Tais sistemas são abertos, aprendem e evoluem de maneira adaptativa, registrando as informações para extrair regularidades e inseri-las em *schemas* que são continuamente mudados à luz da experiência.

A abordagem de Stacey vislumbra nos Sistemas Adaptativos Complexos sistemas que apresentam *feedbacks* positivos e negativos e circuitos simples e duplos, sendo que o aprendizado ocorre via circuito duplo. A aprendizagem em circuito simples é apropriada para lidar com situações previsíveis bem definidas e a aprendizagem em circuito duplo é oportuna para situações ambíguas e imprevisíveis, das quais emergem as inovações. A aprendizagem em circuito simples – *single loop* –, que consiste no aprendizado que repete as mesmas práticas organizacionais, o que significa repetição de ciclo, indica que a escolha do agente deve ser orientada por algo que já está sendo praticado. Portanto, é o aprendizado que não cria inovação, repetindo apenas práticas consideradas adequadas.

Já a aprendizagem no circuito duplo – *double loop* – é o aprendizado que conduz à inovação daquilo que está sendo sistematicamente praticado, ou seja, a seqüência dos passos Descoberta – Escolha – Ação é acrescida de um novo circuito por meio do qual são efetuadas as descobertas tácitas. Estas são utilizadas para alterar o posicionamento mental ou os modelos mentais usados para medir as conseqüências das ações. Portanto, é um processo

de reflexão sobre a alteração do modelo mental que impele o primeiro circuito.

O *feedback* negativo consiste no processo de desenvolvimento intencional e de controle na organização, que pode abalar a segurança e a estabilidade. Em outras palavras, é aquilo que agentes do sistema fazem quando planejam; é a única forma de *feedback* empregado pelas organizações legitimadas e consiste em um conjunto de regras determinadas que idealmente são lineares, mas que freqüentemente retornam para serem não-lineares. O *feedback* é considerado positivo quando agentes ou sistemas retroalimentam a informação em direção à Descoberta – Escolha – Ação, num caminho que amplifica e enriquece. Políticas e rumores, por exemplo, são uma forma de *feedback* positivo, ou seja, é a divulgação de novas idéias revolucionárias para mudar atividades de modo benéfico.

Os *feedbacks* positivos e negativos estão ligados à maneira como cada agente e sua organização aprendem e é esta aprendizagem que dirige o processo coevolucionário.

Agostinho (2003) entende a Teoria da Complexidade como uma maneira de olhar o mundo. A visão desta teoria, e mais especificamente dos sistemas adaptativos complexos, vem sendo construída ao longo de quase uma década de pesquisas e resultados, que contribuem para evidenciar como esta teoria pode ser relevante para a solução dos problemas organizacionais.

A mesma autora considera que as propriedades-chave desta abordagem são a autonomia, a cooperação, a agregação e a auto-organização. Tais propriedades podem ser observadas tanto em uma colônia de bactérias como em uma multinacional, e se manifestam por meio de mecanismos distintos e específicos. Apesar disso, compartilham padrões similares que permitem ao tomador de decisões orientar-se, ainda que o destino exato seja imprevisível.

A autonomia consiste na faculdade do agente do sistema de orientar sua ação com base em sua própria capacidade de julgamento. Apresenta como vantagem para a organização uma maior adaptabilidade dos membros, um aumento de diversidade no convívio entre indivíduos autônomos, um aprendizado por parte dos indivíduos e da organização, a redução de erros pela

revisão contínua efetuada pelos pares e a solução de conflitos em ordem local e imediata, evitando-se que tomem maior vulto.

A cooperação entre indivíduos ou mesmo entre equipes permite um fluxo de informações capaz de contribuir para o desempenho da organização. Um ambiente propício para a evolução da cooperação deve apresentar condições para que os indivíduos possam interagir de modo continuado. Suas relações devem ser simétricas, de forma a garantir a existência de reciprocidade.

A agregação consiste na reunião de um certo número de indivíduos que contribuem com seus conhecimentos e habilidades para a competência do todo. Portanto, o agregado pode ser identificado por seus objetivos e competências. Sendo assim, as organizações apresentam estruturas hierárquicas, com os agregados dispostos em níveis sucessivos. Quanto mais complexo o sistema, maior a probabilidade de existirem mais níveis de agregação consolidando a organização. Portanto, a agregação implica a existência de um sistema coletivo de decisão. Sobretudo, o agregado é perene e configura uma nova organização.

A auto-organização do sistema é obtida a partir da coerência das ações dos indivíduos que cooperam entre si, isto é, por meio da atração de indivíduos com competências relevantes e da permissão para que estes tenham autonomia para utilizá-las. Além disso, pode manifestar-se pelo estímulo ao surgimento de um padrão de relações predominantemente cooperativo, pelo compartilhamento de percepções individuais para o aprendizado mútuo, e ainda pela garantia de que o resultado das ações seja reportado aos atores e de que estes sejam capazes de compreendê-lo e de efetuar o ajuste de seu comportamento.

Portanto, na abordagem de Agostinho (2003) o foco da administração complexa está pautado: no estímulo dos indivíduos, para que estes tenham o direito de ser autônomos e capazes de agir com autonomia; no reconhecimento, por parte dos indivíduos, de situações nas quais vale a pena cooperar com os pares e com a organização; na identificação não só das restrições existentes para a realização de um objetivo em torno do qual os indivíduos se agreguem, mas também daquelas que influenciam na realização dos objetivos mais globais do sistema; no fornecimento de condições para o desenvolvimento das competências do

agregado, por meio da atração e seleção de talentos, além do aprendizado contínuo. Finalmente, a auto-organização do sistema se dá por meio da abertura e fortalecimento de canais de comunicação multidirecionais, como também pela ampliação da capacidade de percepção, interpretação e resposta aos *feedbacks* emitidos no sistema e nos subsistemas da organização.

3. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO – PCP

O Planejamento e o Controle da Produção consistem em um sistema de informação que gerencia a produção no que se refere a o que, como, quando fabricar e a quantidade a ser fabricada, bem como aos respectivos controles (ERDMANN, 2000). O mesmo autor menciona que o PCP é constituído de duas etapas básicas: o planejamento da produção, de enfoque mais amplo, e a programação e controle da produção, que se refere ao dia-a-dia da produção. Tubino (2000) acrescenta uma terceira etapa, que consiste no planejamento estratégico da produção, isto é, numa visão de médio e longo prazo, que engloba a capacitação dos funcionários e a adoção de novas tecnologias de produtos e de processos.

Conforme Mayer (1986), o planejamento da produção busca efetuar a previsão da demanda de produtos e sua transferência para a demanda equivalente dos fatores de produção. Basicamente, o planejamento da produção envolve a execução de três etapas. São elas: projeto do produto, projeto do processo e definição das quantidades.

Concernente ao projeto do produto, Erdmann (2000) afirma que aí estão evidenciadas as características detalhadas do produto que será produzido, como quantidade de matéria-prima necessária, seu custo e a descrição minuciosa do produto.

Acerca do projeto do processo, Erdmann (2000) diz tratar-se de um plano de produção que detalha as etapas e a seqüência das tarefas, para satisfazer as especificações determinadas no projeto do produto. Quanto à definição das quantidades a serem produzidas, as limitantes básicas neste quesito são a capacidade produtiva e a previsão de demanda.

A programação da produção faz uso do planejamento para orientar suas ações, redefine quantidades para o curto prazo, calcula os materiais

necessários e ajusta os prazos à capacidade. Já as atividades de controle consistem em rotinas que monitoram as quantidades produzidas, a qualidade e os custos, complementando o sistema de PCP (ERDMANN, 2000). Trata-se de mecanismos de verificação das atividades que concernem ao planejamento e à programação. Acompanham a evolução da produção e a correção do que for necessário para o cumprimento dos prazos previstos (MAYER, 1986).

4. MÉTODO

O tipo de pesquisa realizado é qualitativo, descritivo e exploratório, considerado um estudo de caso em uma organização agroindustrial.

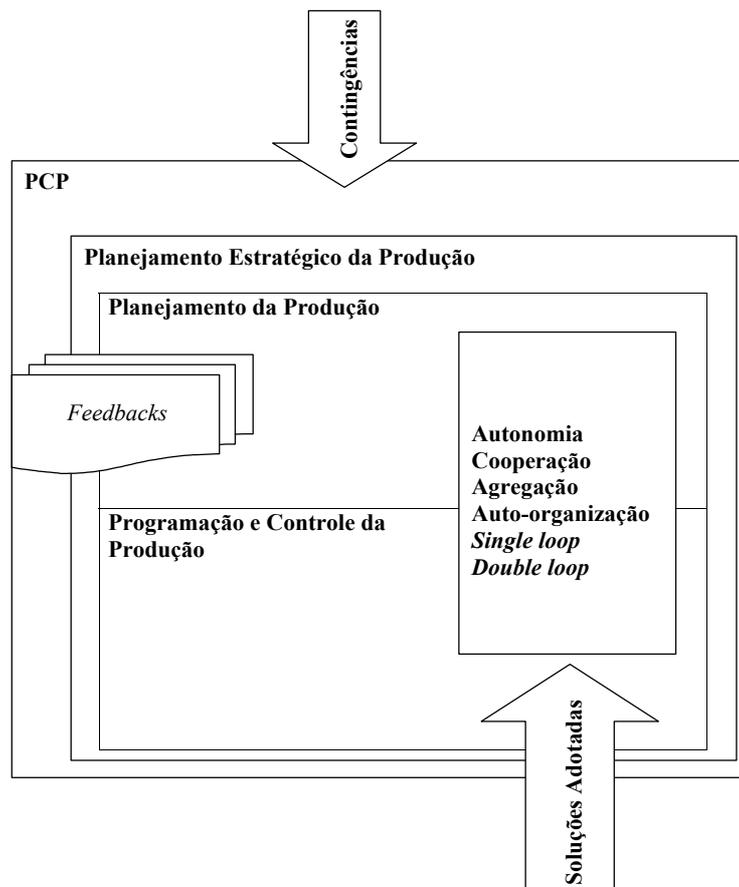
A hipótese de pesquisa indica que modelos burocráticos de gestão apresentam pouca flexibilidade na atuação dos agentes, impedindo que exista uma maior presença de autonomia, auto-

organização, *feedbacks* positivos e *double loops* nos processos. Já os modelos mais flexíveis – pautados em níveis maiores ou menores de democracia – apresentam maior versatilidade diante da emergência de não-linearidades.

Foi obtida uma amostra intencional de 17 sujeitos, entre prestadores de serviços, empregados administrativos, operacionais e gestores do processo de produção da organização agroindustrial. Foram levados em consideração a disponibilidade das pessoas no momento da pesquisa e o acesso às informações, para contemplar todos os subsistemas da produção. Os dados foram coletados em entrevistas e em observações.

Para efetuar a análise do sistema de produção adotou-se o modelo de PCP, adaptado de Erdmann (2000) e Tubino (2000). Para facilitar a compreensão deste modelo, foi elaborada uma ilustração, apresentada na Figura 1.

Figura 1: Modelo de PCP



Fonte: Adaptado de ERDMANN, 2000 e TUBINO, 2000.

O PCP foi considerado como composto das etapas de planejamento estratégico da produção, planejamento da produção e controle da produção. Buscou-se ilustrar na Figura 1 a sistematização dessas etapas e representar o vislumbre do PCP e a compreensão da dinâmica do sistema de produção sob o olhar da complexidade. É importante salientar que, diante das não-linearidades, podem advir soluções de cunho autônomo, colaborativas, pela atuação de um agregado ou pela auto-organização do sistema. Além disso, as ações podem ser caracterizadas pela ação de circuito simples ou duplo. Ademais, são emitidos *feedbacks* sobre o PCP, decorrentes do modo como este se comporta e atua.

As etapas da pesquisa consistiram em:

- a) Escolher de modo intencional uma organização agroindustrial (pelo interesse dos autores em pesquisas nesse tipo de organização);
- b) Obter aceite da organização para participar da pesquisa;
- c) Fazer observações do ambiente de produção;
- d) Aplicar entrevistas aos responsáveis pelo PCP;
- e) Conversar com agentes que atuam nos subsistemas que alimentam o PCP;
- f) Conversar com funcionários administrativos para obter informações sobre aspectos gerenciais (uma observação: as pessoas consultadas não foram previamente definidas; decidiu-se entrevistar aquelas pessoas que estariam disponíveis no momento da visita à organização);
- g) Tabular os dados coletados e efetuar as análises com base nos preceitos da Teoria da Complexidade e nos autores Agostinho (2003) e Stacey (1996; 2000). Foram consideradas propriedades emergentes: autonomia, cooperação, agregação, auto-organização, *feedback* negativo, *feedback* positivo, *single loop* e *double loop*.

Esse confronto (entre informações coletadas em campo e propriedades emergentes) visou abranger a máxima amplitude na descrição, explicação e compreensão das questões em estudo. Quanto aos

aspectos observados, estes foram fundamentais para a compreensão do processo de produção.

Posteriormente, efetuou-se a análise dos resultados levando-se em consideração as rotinas do PCP, isto é, o planejamento estratégico da produção, o plano de produção, a programação e o controle da produção.

Considerou-se esse modo de análise vantajoso, visto que pela maneira proposta de ver e interpretar o sistema de planejamento e controle da produção foi possível compreendê-lo sob a ótica do funcionamento não-linear, que é característico de sistemas adaptativos complexos.

5. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Com o intuito de manter o anonimato da empresa estudada, omitiu-se seu nome e a região em que está localizada.

Concernente ao sistema de produção, a empresa visitada coordena todas as atividades. Todavia, alguns subsistemas da cadeia produtiva são terceirizados. São eles: a produção de ovos e a terminação, bem como as atividades de transporte de ovos, de ração, de pintainhos e de frangos. Já os subsistemas fábrica de rações, recria, incubatório, abate e processamento fazem parte das instalações da empresa.

Quanto aos terceiros, isto é, os prestadores de serviços, a empresa possui um sistema rígido de normas, que eles devem seguir para garantir qualidade e eficiência ao longo de todo o sistema produtivo. A empresa agroindustrial também determina qual sistema de produção deve ser adotado nas propriedades dos integrados, que são os responsáveis pela terminação dos frangos, isto é, o período que compreende desde o nascimento do pintainho até este atingir a idade aproximada de 44 dias. Além disso, efetua o programa de utilização da granja, definindo o intervalo entre lotes de aproximadamente 7 a 10 dias.

Quanto às questões estratégicas da produção, a empresa visitada investe na capacitação de pessoal e em tecnologias de produtos e de processos. Existe um compromisso por parte da empresa de capacitar os seus funcionários continuamente. Diversos programas de treinamento são desenvolvidos

diariamente dentro da empresa, os quais buscam a eficiência de todos os envolvidos nos processos de produção nas mais diversas áreas.

Pertinente ao planejamento estratégico da produção, o produtor, também chamado de integrado, é um prestador de serviços para a empresa agroindustrial. Ele não possui nenhuma autonomia ou poder decisório para escolher a tecnologia do produto e a tecnologia do processo a ser adotada. Cabe a ele seguir as normas dadas pela empresa integradora. Exige-se do produtor rural que se torne integrado, isto é, que disponha de 40% do investimento para a implantação de um aviário. A instalação-padrão adotada é de 126 metros de comprimento por 14 metros de largura, com custo total aproximado de R\$ 180.000,00, que podem ser financiados em cinco anos. A empresa agroindustrial intermedia o financiamento junto aos bancos.

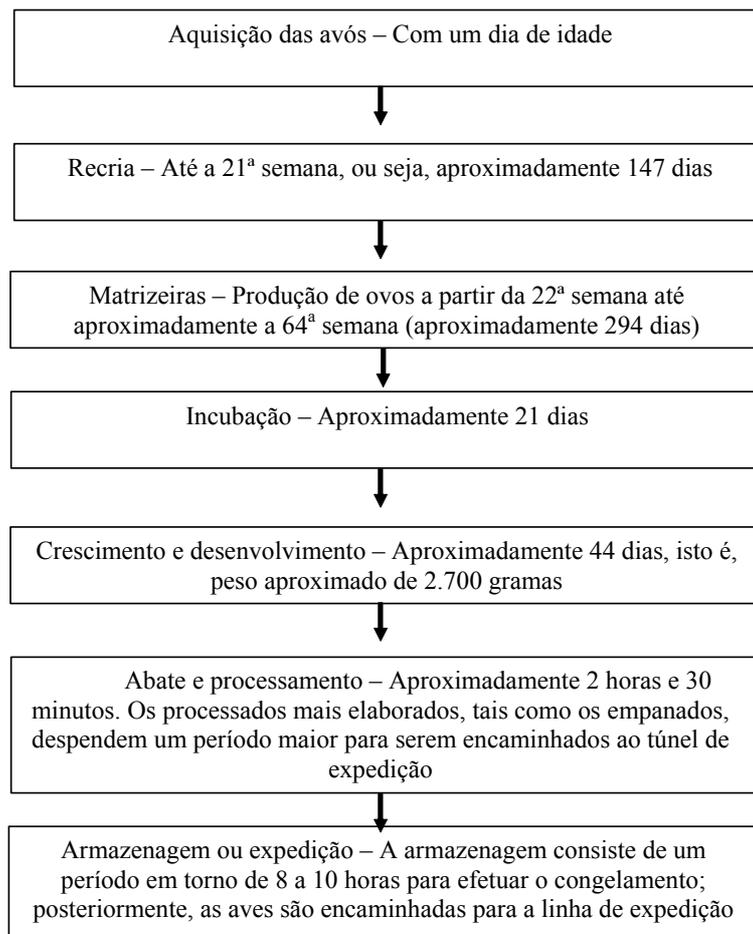
Com relação à tecnologia do produto, é desenvolvida para atender clientes de diversos países. Cada qual possui os seus requisitos de acabamento e aparência do produto. Os perfis do produto estão disponíveis nas configurações: frango inteiro, cortes de frango, desossados de frango, linha festa, linha *light* e pratos prontos.

Na tecnologia dos processos, a empresa possui as mais modernas máquinas do setor e busca incentivar os prestadores de serviços a adotar tecnologias que permitam incrementar a eficiência.

A quantidade a ser produzida depende da demanda; a atual capacidade de abate da empresa é de 165.000 frangos/dia.

O projeto do processo segue o roteiro de produção ilustrado na Figura 2.

Figura 2: Fluxograma do projeto do processo



Fonte: Dados Primários.

A programação da produção é efetuada a partir de um *software* específico. Não foi possível obter maiores informações sobre as especificidades desse programa em razão da política da empresa de proteção das informações. Sabe-se, porém, que o programa é considerado eficiente e que atua de maneira integrada no registro de informações de vários subsistemas da cadeia produtiva de aves.

Portanto, pode-se inferir que a emissão, a liberação, o seqüenciamento e a destinação das ordens de produção são efetuados com base nesse *software*. Além disso, a Empresa informou que o *software* foi adotado diante da variação constante da demanda e nas especificações dos produtos finais.

A definição das quantidades a serem produzidas é efetuada de acordo com a demanda. A Empresa busca, portanto, ajustar a sua capacidade de produção à demanda. Isso se faz pela expansão das instalações em todos os setores, quando a demanda assim o exige.

No que diz respeito aos controles de produção, estão relacionados às quantidades produzidas, à qualidade e aos custos de produção. Todavia, existem controles específicos para cada fase, como as de: alojamento dos pintainhos; mortalidade; medicamento e vacinações; peso corporal médio; ração; produção de ovos; incubação; eclosão; cargas para produção; alojamento dos pintainhos; conversão alimentar; recebimento da ração; mortalidade no transporte; quantidade de frangos abatidos por integrado.

A estrutura de produção, ou seja, todos os processos fabris envolvidos na confecção do produto são basicamente repetidos em todos os produtos. Somente nos produtos mais elaborados – no caso, os processados – agrega-se mais uma etapa.

Existe uma preocupação por parte da empresa de conquistar novos mercados e satisfazer os clientes. Mas a empresa precisa dar garantias aos compradores de que irá manter controle total sobre possíveis contingências no processo de produção. Para auxiliar no atendimento desse requisito, a empresa atua com a manutenção preventiva, programas de qualidade, como o PDCA, a ISO 14.001 e o sistema HACCP.

O Programa de Qualidade Total (assim denominado na Empresa) adotado (ISO 9001) consiste em um conjunto planejado de atividades que foram adicionadas ao processo de produção com o objetivo de reduzir o risco de falhas. Este programa foi desenvolvido a partir de exigência explícita de clientes, principalmente do exterior. Como instrumento para a melhoria contínua, a Empresa adota o PDCA: *plan, do, check and act* (planejar, fazer, verificar e agir).

A ISO 14.001, adotada pela Empresa, consiste em uma norma que estabelece as diretrizes para o desenvolvimento e implementação de princípios e sistemas de gestão ambiental, bem como sua coordenação. A norma especifica as principais exigências para Sistemas de Gestão Ambiental. Não são apresentados critérios específicos de desempenho ambiental, mas a norma exige que a organização elabore sua política e tenha objetivos que levem em consideração os requerimentos legais e as informações referentes a impactos ambientais significativos. Ela se aplica aos efeitos ambientais que podem ser controlados pela organização e sobre os quais se espera que ela atue.

O Sistema HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Points*), nacionalmente conhecido como APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle), consiste em uma ferramenta para a garantia da segurança dos alimentos. Seu conceito básico é a prevenção e não a inspeção do produto terminado.

Além disso, a partir do sistema HACCP é possível comprovar, por meio da documentação técnica apropriada, que o produto foi elaborado com segurança. O “onde” e o “como” são representados pelas letras HA (Análise de Perigos) da sigla HACCP. As provas de controle da fabricação dos alimentos recaem nas letras CCP (Pontos Críticos de Controle). Portanto, HACCP é nada mais que a aplicação metódica e sistemática da ciência e da tecnologia para planejar, controlar e documentar a produção segura de alimentos. Tem por finalidade construir a inocuidade nos processos de produção, manipulação, transporte, distribuição e consumo dos alimentos. Sua implementação efetiva na unidade agroindustrial trouxe diversos benefícios para a empresa agroindustrial, tais como a melhoria de processos e produtos, redução de custos, garantia da saúde e satisfação do consumidor.

6. A EMPRESA VISTA COMO UM SAC

Pode-se afirmar também que os agentes que atuam no SAC são orientados por esquemas que determinam suas ações. Esses agentes são conectados entre si, seja em um subsistema particular, seja no sistema global. Além disso, o comportamento de um agente particular é influenciado pelo comportamento ou estado dos agentes do sistema global – que estão conectados uns com os outros pelos laços de *feedback*.

Portanto, a operação do sistema se dá por meio da Descoberta, da Escolha e da Ação. Exemplificando, quando se descobre a contingência, escolhe-se a melhor maneira de contorná-la, ou seja, solucioná-la, e posteriormente é adotada a ação. Em caso de reincidência da contingência, muitas vezes parte-se direto para a ação, porque o esquema já está “geneticamente” incorporado nos agentes ou nos processos.

Ademais, é possível perceber que ao longo da evolução do sistema ocorre a recombinação de agentes, seja pela contratação de novos funcionários, seja pela remoção de trabalhadores de um subsistema para outro. A recombinação pode ocorrer também por meio das interações entre subsistemas. Interações são resultantes das estratégias usadas por agentes ou populações ao longo do tempo para a melhoria do desempenho e longevidade de sobrevivência do sistema global. É a partir das interações entre os subsistemas e o sistema global e outros sistemas que a adaptação acontece.

No caso analisado, cita-se o relacionamento existente com os concorrentes. A empresa adota a “política de boa vizinhança”, isto é, fornece e recebe dados de produtividade e sanidade dos plantéis das empresas agroindustriais do mesmo setor. Os dados recebidos são comparados com os resultados obtidos e usados para a monitoria sanitária de cada subsistema. Com isso, foi possível obter uma melhoria significativa da produtividade e dos resultados econômicos de todos os envolvidos.

Silva e Rebelo (2003) elucidam que as interações e as adaptações somente são possíveis se existir um capital social entre todos os envolvidos, tais como normas, redes e confiança, que facilitam a coordenação e a cooperação. Isso foi constatado na organização agroindustrial, ou seja, o sistema global possui normas que devem ser seguidas. Entre os

subsistemas e entre os agentes que os integram existem redes e reina a confiança. Dessa forma, é notável a presença de uma rede cooperativa entre subsistemas, coordenada pelo sistema global.

Portanto, a empresa agroindustrial pode ser considerada um sistema dinâmico de interações, que sabe identificar as relevâncias do fluxo de informações que circulam no sistema global e transforma as regularidades de ação das redes de relacionamento em esquemas, como as ações adotadas na empresa a partir da implantação do programa PDCA.

Para Axelrod e Cohen (2000), é frequente que existam muitos tipos de participantes nos SAC's. É o que ocorre na organização agroindustrial visitada. Os participantes do sistema global são a equipe administrativa e gerencial, prestadores de serviços terceirizados, funcionários técnicos, administrativos e operacionais e os integrados.

O ambiente da organização agroindustrial é complexo em nível macro e microorganizacional. A complexidade macroorganizacional tem a ver com as oscilações da economia, o relacionamento com fornecedores, distribuidores, clientes e concorrentes, os incentivos fiscais para a produção, as restrições sanitárias, etc. Quanto à complexidade microorganizacional, consiste na rede de relacionamentos, interações e *feedbacks* entre subsistemas, a qual move e proporciona a coevolução do sistema global.

Sendo assim, a organização agroindustrial aprende, adapta-se e evolui com base no paradigma funcional e crítico, isto é, entre a ordem e a desordem do sistema. Neste cenário, a competição é acirrada e anualmente são estabelecidos novos padrões de desempenho, com reflexo na infraestrutura operacional e humana da produção.

Acerca da efetividade das metas e padrões de desempenho propostos, é imprescindível que exista um fluxo de informações eficiente e uma comunicação clara. Isso foi observado e é muito valorizado em todos os elos da cadeia produtiva de aves. A partir da eficiência no repasse das informações é possível, inclusive, amenizar ou até mesmo dirimir contingências.

7. ANÁLISE DO PCP BASEADA NA ABORDAGEM DE AGOSTINHO

A empresa agroindustrial visitada tem autonomia para escolher a linhagem de aves que quer produzir. Todavia, essa linhagem precisa atender os padrões de qualidade exigidos pelo mercado consumidor. Tem-se no mercado a linhagem de aves Ross, de monopólio da empresa Agroceres, que é bastante produtiva. Mas a opção da Empresa, até o momento, é pela linhagem de aves Cobb.

No que tange à autonomia dos agentes do sistema, verificou-se que é muito baixa na Empresa, pois os funcionários são apenas executores de ordens. Somente diante das contingências que advêm ao processo de produção ocorrem algumas ações de cunho técnico, relacionadas ao manejo, que parecem ter sido orientadas pela própria capacidade de julgamento dos agentes. Um exemplo é o diagnóstico de doenças e o posterior tratamento. Mas o sistema global em si ainda é movido pelo autoritarismo, que depõe contra o SAC.

Quanto à cooperação, foi possível perceber que há diversas relações cooperativas entre os agentes dos subsistemas movendo o sistema global. Tais ações são voltadas para o repasse de informações de um sistema para outro, negociação diante das contingências e relações recíprocas entre subsistemas. Esse tipo de relações é possível pela maneira como está organizada a produção, orientada para a obtenção de produtividade. Cada subsistema estabeleceu suas metas de desempenho, que somente podem ser alcançadas se o subsistema anterior repassar um produto de qualidade para ser desenvolvido; isto é, a qualidade do produto final depende do desempenho coletivo.

Sendo assim, o resultado das interações dos agentes uns com os outros no subsistema é positivo e há um clima de confiança mútua no ambiente global.

As relações entre os subsistemas são freqüentes e duradouras. São estabelecidos rótulos relacionados ao perfil dos funcionários, até mesmo quanto à função que desempenham. Tais rótulos são usados em clima amistoso, criando um ambiente descontraído e de bom relacionamento entre todos.

No que diz respeito aos integrados, percebe-se que estes cooperam com a empresa integradora por meio do aprendizado e das possibilidades de

recompensas mútuas. Pode-se verificar isso, por exemplo, quando um lote de frangos apresenta um excelente resultado e ambos os subsistemas são recompensados financeiramente. Assim, os integrados anseiam por aprender com as experiências bem-sucedidas e aplicá-las nos próximos lotes. Há, todavia, a possibilidade de advirem contingências ao processo de produção, tais como doenças, o que requer uma adaptação.

Outro fator de destaque é a divulgação pela empresa dos casos bem-sucedidos – via programa de rádio que vai ao ar por uma emissora local. Tais integrados são premiados pela empresa e recebem um acréscimo financeiro pelo produto comercializado. Nesse programa, a empresa divulga também a programação de carregamento e de lotação dos aviários, bem como repassa orientações técnicas aos produtores, para que estes obtenham bons desempenhos. Há, portanto, um incentivo para que os casos bem-sucedidos sejam imitados.

Com base no exposto até aqui, é possível concordar com as afirmações de Agostinho (2003), que menciona que a reciprocidade e a cooperação levam a resultados superiores. É possível afirmar também que proporcionam um ambiente de trabalho mais amistoso e produtivo.

Convém dizer que cada subsistema pode ser considerado um agregado que, no nível superior, forma o agregado complexo agroindustrial. Essa característica contribui para a adaptabilidade e sobrevivência do sistema global.

É importante salientar que as ações de cooperação e agregação ocorrem em decorrência dos propósitos pessoais dos agentes dos subsistemas de produção e do sistema global. Tais propósitos relacionam-se à produtividade, desempenhos superiores, qualidade, custos reduzidos e lucratividade. No que compete ao sistema global, seu propósito é satisfazer os clientes.

O propósito de formação do agregado superior – o complexo agroindustrial – é atingir clientes no mundo inteiro, o que não seria possível com uma atuação autônoma de cada agente do processo de produção (em razão da demanda real, do custo de manutenção do sistema, das exigências fiscais, cambiais, trabalhistas, etc.). Por isso, o meta-agente – complexo agroindustrial – apresenta um poder superior que lhe confere uma identidade peculiar.

O agregado superior interage com outros sistemas e subsistemas localizados em outras cidades, estados, países e continentes. No mundo globalizado não existem limites para as interações, interconexões e coevolução mútua.

Outro fato que merece ser destacado é que o agregado superior – o complexo agroindustrial – cria a competência do grupo e também define a especialização. Um exemplo de competência ou especialidade construída pelo agregado superior é a rastreabilidade, que resulta de um objetivo por ele estabelecido e que é alcançado pelo empenho conjunto. Então, para que a rastreabilidade seja possível, é preciso fazer todos os registros dos insumos e das condições dos produtos elaborados em cada subsistema e manter essas informações arquivadas e passíveis de serem utilizadas quando for necessário.

Portanto, o compartilhamento de habilidades e conhecimento entre os agentes de cada subsistema é necessário. Além disso, os agentes desenvolvem papéis especializados para efetivar o rastreamento de produção, caso isso se torne necessário.

Sendo assim, o complexo agroindustrial realiza interações seletivas, é capaz de reconhecer os parceiros que são úteis, estabelece rótulos de padrões de comportamentos desejados nos agentes e coevolui mutuamente.

No que compete à auto-organização do sistema, é possível afirmar que o complexo agroindustrial apresenta os seguintes atributos: sistema de informação eficiente, comunicação clara entre os agentes e *feedbacks* entre os subsistemas. Tais atributos são resquícios da presença de auto-organização no sistema global, baseada nas interações dos agentes entre si e destes com o ambiente.

Todavia, esta auto-organização é muito incipiente, até porque o sistema global é coordenado e gerenciado de modo linear. Contudo, este é considerado um sistema adaptativo complexo e a ele advêm contingências que precisam ser selecionadas. Isso é feito sempre com o intuito de voltar à ordem do sistema de produção. Não se caracteriza neste caso o princípio da complexidade: não há o estabelecimento de uma nova ordem não-linear no processo de produção, isto é, não se visa um patamar novo de atuação.

Nota-se também que, ao longo do processo de produção, as atividades positivas são recompensadas seja mediante incentivos monetários, seja com premiações ou reconhecimentos, enquanto as negativas são retaliadas.

8. ANÁLISE DO PCP BASEADA NA ABORDAGEM DE STACEY

No que diz respeito à abordagem efetuada por Stacey, é possível concordar que no processo de produção agroindustrial desenvolvem-se *insights* na resolução de problemas. A atuação de cada sistema diante de contingências que advêm ao processo de produção permite a extração de experiências. Estas compõem os esquemas de ação, que são continuamente mudados em razão das vivências.

Outra particularidade dos subsistemas é a ação em circuito simples e em circuito duplo, ante as contingências que ocorrem. O circuito duplo consiste na Descoberta, na Escolha e na Ação, cria inovação e transforma a contingência em regularidade.

Na reincidência da contingência, as ações adotadas se dão via circuito simples, ou seja, pela escolha e ação. A repetição do ciclo ocorre e a ação é orientada por algo que já está sendo praticado. Aí não se cria inovação, apenas são repetidas práticas consideradas adequadas. Por isso, poderíamos criar uma terceira categoria de ação – o circuito prático, que consiste na ação espontânea e automática que já está incorporada no esquema de atuação do agente do subsistema.

Também são efetuados *feedbacks* negativos, porque os agentes do sistema fazem o planejamento das atividades, determinando a linearidade da produção. Contudo, freqüentemente a não-linearidade está presente.

Ao mesmo tempo, são realizados *feedbacks* positivos, relativos às descobertas, às escolhas e às ações adotadas. Um integrado consciente, por exemplo, age, descobre como os agentes respondem (no caso a empresa integradora) e, se a resposta for favorável, repete a ação. Caso contrário, o comportamento será modificado.

Então, o complexo agroindustrial torna-se dinâmico a partir das interações que são estabelecidas entre os agentes. Estes agentes

possuem a capacidade de aprender em *single* ou *double loop*, além de com os *feedbacks* positivos e negativos que são emitidos. Esta multiplicidade de fatores e opções gera um espaço amplo de adaptação, inovação e criatividade.

Portanto, o sistema global da unidade agroindustrial possui uma estrutura de referência linear para a realização das etapas de produção. Porém, diante das contingências, a não-linearidade se faz presente. Então, há aprendizado pela experiência, ocorrem inovações e adaptações, sempre para o alcance de objetivos globais.

9. CONVERGÊNCIAS DAS ANÁLISES DE PCP

A partir do exposto, optou-se por fazer um estudo das convergências entre os resultados da aplicação das abordagens de Agostinho (2003) e de Stacey (1996; 2000). Foi possível perceber que, em geral, as ações tomadas pelos agentes do sistema de produção não são autônomas. Existem regras e normas que ditam as ações. Somente em situações onde as contingências exigiam uma ação rápida foram percebidas algumas ações de cunho autônomo.

Quanto à cooperação entre os subsistemas, foi percebida de modo evidente, seja no dia-a-dia, seja nas contingências que ocorreram. A formação de agregados ocorreu, mas ainda está se consolidando e não foi percebida no subsistema terminação. Entretanto, nos locais onde o agregado está presente, este possui uma grande influência. No que se refere à auto-organização, foram notadas ações que buscavam o retorno ao modo linear de funcionamento do sistema de produção.

Praticamente todas as ações foram realizadas obedecendo ações de circuito simples, isto é, de cunho planejado. Circuito duplo somente foi observado no diagnóstico de uma doença nova, que exigiu um novo padrão de ação para a medicação da enfermidade. Essas características condizem com as de um Sistema Adaptativo Complexo, elucidadas por Agostinho e Stacey.

Ademais, pode-se inferir que as ações tomadas na empresa apresentam aspectos cooperativos e, em menor índice, autônomos. Em sua maioria, são efetuadas mediante a emissão de *feedbacks* negativos e são caracterizadas como ações de

circuito simples. Isso evidencia que o sistema de produção da empresa agroindustrial é complexo, mas precisa entrar em uma coevolução para tornar-se dinâmico para todos os subsistemas e para os agentes que aí atuam.

O que impede uma maior evolução da complexidade nesta Empresa é, sobretudo, a vigoração do modelo mecanicista, da linearidade, da pouca abertura à participação e de um ambiente relativamente estável e estruturado.

Sistematizando-se as propriedades emergentes observadas, o que a teoria estabelece sobre elas e os aspectos observados no planejamento, programação e controle da produção, tem-se o Quadro 1.

Quadro 1: Propriedades, evidências de complexidade e aspectos observados

	PONTOS DE REFERÊNCIA DA TEORIA	ASPECTOS OBSERVADOS
LOOPS	<p>Execução das atividades pela descoberta, escolha e ação</p> <p>Se os erros que ocorrem no sistema são detectados e corrigidos</p> <p>Se existe inovação e criatividade na execução das atividades</p> <p>Presença de caos na organização ou excesso de previsibilidade</p> <p>Atuação pela construção de cenários</p> <p>Se a experiência gera conhecimento e aprendizado</p> <p>Se existe interação com o ambiente, aprendizado e coevolução do sistema</p> <p>Orientação das ações do agente por algo que já está sendo praticado</p> <p>Se são efetuadas descobertas tácitas e se estas são utilizadas para alterar os modelos mentais usados para pensar as conseqüências das ações</p>	<p>Quase todas as atividades são realizadas com base nas ações de circuito simples</p> <p>Ações de circuito duplo ocorrem somente quando surge uma nova doença ainda não diagnosticada na região</p> <p>Existe a detecção e correção dos erros que ocorrem ao longo do sistema de produção</p> <p>Nas atividades operacionais ocorre o seguimento de rotinas, o que não cria inovação e criatividade</p> <p>Ocorrem interações entre os subsistemas</p> <p>Existe aprendizado e coevolução do sistema a partir de contingências que precisam ser contornadas ou via readequação do sistema de produção</p>
FEEDBACKS	<p>Se existe retroalimentação do sistema com informações claras</p> <p>Se a realimentação do sistema é contínua</p> <p>Presença ou não de um conjunto de regras determinadas</p> <p>Presença de políticas e rumores no sentido de apresentarem idéias novas e revolucionárias para a organização</p> <p>Presença ou não de esquemas constantes de ação</p>	<p>Existe retroalimentação do sistema com informações claras e contínuas</p> <p>As ações são tomadas a partir de regras claras e predeterminadas</p> <p>Existem esquemas e modelos de ação para a execução das atividades</p> <p>Ocasionalmente ocorrem rumores revolucionários no sistema de produção</p>
AUTONOMIA	<p>Independência para escolher as normas a serem seguidas para concretizar um projeto</p> <p>Livre-arbítrio de ação para os indivíduos do sistema</p> <p>Presença de modelo de gestão participativo, com total liberdade de decisão para os colaboradores</p> <p>Liberdade de expressão</p> <p>Presença de adaptabilidade e redução dos níveis hierárquicos</p> <p>Aumento da diversidade: os colaboradores são estimulados a contribuir com o seu potencial criativo</p> <p>Solução de conflitos de maneira local</p>	<p>Os indivíduos faziam o diagnóstico das contingências e buscavam solucioná-las de modo independente</p> <p>Os granjeiros possuem liberdade de escolha dos seus subordinados e executores das atividades operacionais nas granjas</p> <p>Liberdade de escolha dos equipamentos para os aviários, desde que estes atendam os padrões exigidos pela empresa integradora</p> <p>O monitor de linha possui autonomia para reposicionar os indivíduos na linha de produção</p> <p>Os indivíduos do subsistema, abate e processamento estabelecem de modo autônomo mecanismos de retaliação para aqueles agentes do sistema que não estão dispostos a colaborar</p> <p>Os indivíduos possuem liberdade de escolha para participar ou não das atividades físicas promovidas durante o período de trabalho na empresa</p> <p>Pouca autonomia, pois a empresa opera de acordo com o conjunto de regras preestabelecidas</p>

<p>COOPERAÇÃO</p>	<p>Presença de colaboração entre indivíduos na execução de atividades Trabalho em equipe Ação conjunta para implantar um programa ou uma nova tecnologia Contribuição para com a empresa para atingir as metas estabelecidas Solidariedade com os colegas em caso de um acidente de trabalho ou doença Ausência de símbolos de <i>status</i> nas instalações da organização Presença de interação entre os agentes do sistema, influenciando uns aos outros</p>	<p>Intensa presença de conhecimentos empíricos repassados para funcionários novos Como a granja é patrimônio de um grupo de sócios, as ações gerenciais são decididas a partir da rede de relacionamento dos sócios Presença de relações colaborativas entre os indivíduos A junção de agentes de diversos subsistemas permite o aumento da diversidade de soluções diante de contingências A cooperação entre integrados, técnicos e médicos veterinários permite a redução das contingências Estabelecimento de uma relação de reciprocidade para com a empresa integradora Existe colaboração de todos para manter um ritmo-padrão de trabalho Diante das contingências, os subsistemas têm flexibilidade para receber ou enviar o produto para a próxima fase de produção Reciprocidade entre subsistemas para garantir eficiência nos controles</p>
<p>AGREGAÇÃO</p>	<p>Existência de associação de funcionários Realização de reuniões de um conjunto de membros de vários setores para discutir a resolução de problemas da organização Presença de elos entre departamentos para que o sistema de informação tenha fluência no sistema global Existência de diversidade de componentes que se inter-relacionam e que mantêm similaridades dentro da diversidade Desenvolvimento dos colaboradores dentro da própria empresa, sedimentando os valores da empresa em cada observador Envolvimento de todas as pessoas de um setor ou departamento na resolução de problemas ou na busca por melhorias no processo de produção</p>	<p>Os problemas não resolvidos pelos indivíduos deste subsistema eram repassados para os agentes do sistema posicionados em nível superior O modo linear de conduzir a organização centraliza as decisões mais importantes em um agregado superior da hierarquia O grupo de sócios por si já é um agregado, isto é, um nó da rede do sistema que atua de maneira a eliminar restrições existentes para a realização do objetivo estabelecido, ou seja, a produção de ovos de qualidade O desempenho coletivo dos setores permite o alcance dos objetivos individuais de cada departamento O nível de escolaridade mínimo – ensino médio – é um rótulo utilizado para a formação do agregado do subsistema abate e processamento</p>
<p>AUTO-ORGANIZAÇÃO</p>	<p>Reestruturação própria do sistema diante das não-linearidades, criando-se um novo patamar de funcionamento Comunicação clara Presença de um sistema de informação eficiente Relações entre indivíduos que envolvem obrigações e compensações recíprocas Ordenação das atividades para que exista fluência no sistema, mesmo quando ocorrem não-linearidades Se o sistema constitui-se de modo complexo mas apresenta-se de maneira simples localmente Ausência de coordenação global, efetiva e duradoura e presença de mecanismos de coordenação menos rígidos Acionamento de pontos de alavancagem por parte do sistema global</p>	<p>A presença de contingências exige um retorno do sistema de produção ao estado de organização, pela adoção de ações que anulem as contingências Os integrados precisam se auto-organizar para atender as exigências da empresa nos quesitos de higienização das instalações no período de vazio sanitário Presença de comunicação clara entre os elos do sistema Presença de um sistema de informação passível de rastreamento Processo de <i>feedback</i> institucionalizado, efetuado na avaliação por desempenho Implantação e manutenção dos programas de qualidade ISO 14.000, ISO 9.000, HACCP e de melhoria de processos PDCA</p>

Fonte: Dados Primários.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo buscou apresentar um estudo de caso baseado nas abordagens teóricas do PCP e da Teoria da Complexidade. Neste estudo, foi descrito o sistema de planejamento e controle da produção alicerçado na tessitura da Teoria da Complexidade, nas abordagens de Agostinho (2003) e Stacey (1996; 2000), que vislumbram as organizações como SAC's.

Partiu-se do pressuposto de que as organizações estão rumando do paradigma mecanicista para o paradigma sistêmico de produção, onde, nas atividades de PCP, emergem propriedades que caracterizam a dinâmica de funcionamento do sistema de produção de modo diferenciado. Pode-se inferir também que as propriedades emergentes são passíveis de identificação no planejamento e controle da produção em uma empresa agroindustrial, além de que todos os ambientes organizacionais são complexos, em maior ou menor intensidade, visto que apresentam interações e conexões entre sistemas e subsistemas.

É redundante enfatizar que o planejamento, a programação e o controle da produção foram fundamentais para a condução eficaz da Empresa. Ali, a complexidade sempre esteve presente. Todavia, somente nos últimos anos esse ambiente foi interpretado à luz da Teoria da Complexidade.

Acerca do objetivo do estudo, de análise do PCP sob os preceitos de complexidade, foi possível verificar aspectos de autonomia, cooperação, agregação, auto-organização, emissão de *feedbacks* e ações de circuito simples e duplo na dinâmica de atuação do sistema, validando-se assim o pressuposto de que o PCP pode ser visto como um sistema adaptativo complexo. Ademais, nesse ambiente há aprendizagem pela experiência, ocorrem inovações e adaptações, sempre em busca do alcance de objetivos globais da Empresa.

Pode-se afirmar que a autonomia existente na Empresa nutre-se de várias interdependências entre os subsistemas ou em nível hierárquico, visto que a hierarquia é a base de estruturação da empresa.

Contudo, via de regra são adotadas ações de *single loop* e *feedback* negativo, o que indica o emprego, majoritariamente, de um receituário linear

e seqüencial. Ademais, autonomia, auto-organização, *double loop* e *feedbacks* positivos foram manifestados tão-somente em situações peculiares, isto é, em momentos de turbulência.

Portanto, ao vislumbrar-se a organização como sistema adaptativo complexo, é possível conceber que ali ocorrem diversas interações entre os agentes do sistema e dos subsistemas, as quais criam e recriam um conjunto de padrões que constituem o ambiente organizacional.

Além disso, esta análise, pelas lentes do paradigma da complexidade, mostra que a eficiência do sistema de produção está diretamente relacionada ao desempenho do sistema de PCP. Portanto, a adaptabilidade e a inovação decorrentes das interações entre indivíduos e subsistemas devem ser pautadas nos princípios de autonomia e cooperação, para que possa haver a coevolução do sistema global.

O modelo de gestão adotado na empresa preza a visão mecanicista, onde as regras e as normas cerceiam o sistema e, em muitas ocasiões, impossibilitam os indivíduos de fazer uso de sua criatividade para criar novos patamares de atuação do sistema, isto é, proporcionar a flexibilidade de que o sistema precisa para se adaptar e coevoluir.

A análise efetuada permitiu, sobretudo, vislumbrar as organizações de um modo diferente, criativo e inovador. Destaca-se que o PCP apresenta parâmetros lineares. Ocasionalmente, desvios provocados pelo ambiente ensejam pouca autonomia, cooperação e agregação. Prevalecem circuitos simples e *feedbacks* negativos. Conclui-se que a Empresa opera em ambiente estável.

O vislumbre das organizações sob os preceitos da Teoria da Complexidade pode auxiliar na melhoria da eficiência do sistema produtivo e também das empresas como um todo, quando existe sinergia e vínculos sólidos entre os subsistemas. Tais atributos são explicados na complexidade pelas propriedades emergentes de cooperação, *feedback* positivo, *double loop* e auto-organização do sistema. Portanto, é fundamental alavancar o sistema de funcionamento do PCP para patamares superiores, que permitam que essas propriedades possam aflorar e refletir no desempenho dos subsistemas e nos resultados decorrentes dos processos de produção. Mas isso só será possível quando

aspectos culturais, educacionais e de liderança o permitirem. Eis o desafio da gestão de organizações.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINHO, M. C. *Complexidade e organizações: em busca da gestão autônoma*. São Paulo: Atlas, 2003.

AXELROD, R.; COHEN, M. D. *Harnessing Complexity: organizational implications of a scientific frontier*. New York: The Free Press, 2000.

ERDMANN, R. H. *Administração da produção: planejamento, programação e controle*. Florianópolis: Papa-livro, 2000.

LEITE, M. S. *Proposta de uma modelagem de referência para sistemas complexos*. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Florianópolis: UFSC, 2004.

MAYER, R. *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 1986.

MORIN, E. *Método I: a natureza da natureza*. Portugal: Europa-América, 1977 (Coleção Biblioteca Universitária, n. 28).

NOBREGA, C. *Em busca da empresa quântica: analogias entre o mundo das ciências e o mundo dos negócios*. Rio de Janeiro: Ediouro, 1996.

SILVA, A. B.; REBELO, L. M. B. A emergência do pensamento complexo nas organizações. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, jul.-ago. 2003.

STACEY, R. D. *Complexity and creativity in organizations*. San Francisco: Berret-Koehler Publishers, 1996.

_____. *Complexity and management*. New York: Routledge, 2000.

TUBINO, D. F. *Manual de planejamento e controle da produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.